



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DOTTORATO DI RICERCA IN SCIENZE AGRARIE E FORESTALI
INDIRIZZO "SISTEMI ARBOREI AGRARI E FORESTALI"

DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE E FORESTALI

Settore Scientifico Disciplinare AGR/03

LA COLTIVAZIONE DELL'UVA DA TAVOLA IN SERRA SOTTO FOTOVOLTAICO

IL DOTTORE
Giuseppe Artale

IL COORDINATORE
Chiar.mo Prof. Stefano Colazza

IL TUTOR
Chiar.mo Prof. Rosario Di Lorenzo

CICLO XXV
2015

DOTTORATO



INDICE

Introduzione	4
Capitolo 1 – L’importanza del comparto dell’uva da tavola	
Premessa	6
1. La situazione nel Mondo	13
2. La situazione in Italia	18
3. La situazione in Sicilia	25
4. Aree di coltivazione dell’uva da tavola	31
Capitolo 2 – Il comportamento della vite in ambiente protetto	
1. Effetti sulla fisiologia	34
2. Effetti sul comportamento fenologico	38
3. Effetti sul comportamento vegeto-produttivo	43
Capitolo 3 – Parte sperimentale	
Premessa e obiettivi	51
1. Materiali e metodi	53
2. Panorama sull’applicazione del fotovoltaico	58
3. Il IV Servizio Interventi di Sviluppo Rurale ed Azioni Leader dell’Assessorato Agricoltura e Foreste della Regione Siciliana	67
4. Caratterizzazione climatica dei campi oggetto della sperimentazione	70
5. Risultati e discussioni	72

5.1 Confronto tra i due ambienti produttivi	72
5.2 Modifiche indotte dalla copertura sul parametro PAR (<i>Photosynthetic Active Radiation</i>)	77
6. Comportamento eco-fisiologico delle cultivar Vittoria e Regal	80
6.1 Cultivar Vittoria	80
6.2 Cultivar Regal	81
7. Comportamento vegeto-produttivo delle cultivar Vittoria e Regal	83
7.1 Cultivar Vittoria	83
7.2 Cultivar Regal	90
7.3 Confronto tra le cultivar Vittoria e Regal	97
Conclusioni	99
Allegato 1) – Inserti fotografici	102
Riferimenti bibliografici	107

INTRODUZIONE

Il comparto dell'uva da tavola italiano e soprattutto siciliano, ha perso quote di mercato dovuto ad una scarsa competitività, onde per cui è auspicabile un ricorso a un'innovazione non solo di processo, ma anche di prodotto.

Oggi si è evidenziato che i punti deboli della viticoltura italiana sono rappresentati dagli elevati costi di gestione, da un'inerzia varietale e da una frammentazione dell'offerta, nonché da una strategia di marketing non sempre orientata al cliente, parallelamente i punti di forza consistono in uno standard "italiano" e "siciliano" di ottima qualità legato alla posizione geografica e ad un ampio calendario di offerta dovuto alla favorevole situazione climatica e allo sviluppo di differenti tipologie produttive, infatti, negli ultimi anni grazie alle diverse tipologie di produzione dell'uva da tavola in piena area o protetti con film di plastica, per il ritardo o per l'anticipo, la Sicilia produce tra l'altro circa sette mesi l'anno, da giugno a dicembre. Di recente si è affacciata tra le tipologie di produzione siciliana l'esigenza della valorizzazione della Superficie Agricola Utilizzabile (SAU) sotto fotovoltaico, da qui la caratterizzazione ambientale delle varietà successivamente descritte di uva da tavola sotto fotovoltaico, in modo da ottenere interessanti rese per unità

di superficie e produzione precoce e una razionalizzazione dell'alimentazione della pianta; diventando così una valida alternativa alle tradizionali tipologie di produzione in serra.

Le motivazioni sono da ricercare anche in una maggiore efficienza nell'uso dell'acqua e nella dinamicità di produzione di alcune tecniche che applicate alla vite consentono di realizzare. Nonostante il crescente interesse mostrato dai viticoltori, che intravedono dei margini di guadagno integrale nell'adozione di questa tecnica, non mancano problematiche da affrontare e ancora insolite. Se molti di queste sono comuni alla coltivazione tradizionale dell'uva da tavola sotto serra, altre problematiche sono del tutto nuove e specifiche nella coltivazione della vite sotto fotovoltaico. Ad esempio la risposta eco-fisiologica della pianta alle condizioni climatiche che si realizzano sotto pannelli fotovoltaici con conseguenza sui singoli scambi gassosi, ma anche con variazioni dei ritmi di assorbimento radicale che presuppongono una conoscenza approfondita dei meccanismi fisiologici della pianta. Se tali meccanismi vengono interpretati correttamente e vengono ottimizzati i fattori di crescita in questi ambienti, allora diventerà possibile gestire la vite alla stessa stregua delle produzioni di pieno campo. Tra l'altro la versatilità dell'adattamento della vite alle condizioni di crescita sotto fotovoltaico negli ambienti siciliani dai dati ottenuti, lascia presupporre la possibilità di realizzare un ciclo produttivo con l'ottenimento di risultati di un qualche interesse anche sotto l'aspetto economico.

Capitolo Primo

L'IMPORTANZA DEL COMPARTO DELL'UVA DA TAVOLA

Premessa

La viticoltura da tavola riveste un ruolo importante a livello mondiale. Secondo i più recenti dati disponibili OIV la produzione si attesta intorno ai duecentododici milioni di quintali (Fonte: OIV 2011). I paesi produttori di uva da tavola si trovano distribuiti sia nell'emisfero nord del globo, che a sud. Nel primo troviamo l'Italia, Stati Uniti, Grecia, Spagna e Messico, mentre nell'emisfero sud in ordine di produzione Cina, Sud-Africa, Argentina e Australia. Negli ultimi anni anche nazioni come Brasile, Namibia, India e Perù si sono affacciati sui mercati internazionali. Ad oggi comunque il maggior produttore ed esportatore dell'uva da tavola nell'emisfero sud è il Cile (Miranda et Parera, 1999).

Negli ultimi anni a livello mondiale restano comunque dietro gli Stati Uniti (Fonte: OIV 2011).

Le uve importate dall'emisfero meridionale ricadono in un periodo di commercializzazione di parte delle produzioni europee, entrando così in competizione con le uve tardive di Italia, Grecia e Spagna. Tali produzioni sono presenti nel mercato nel periodo che va dalla prima decade di novembre

alla prima decade di luglio, mentre risultano assenti nel periodo luglio-ottobre (Miranda et Parera, 1999). Questo fenomeno crea nelle dinamiche della commercializzazione e della competizione commerciale un aumento dei volumi che gli esportatori spesso si trovano a dover compensare.

Il mercato europeo dell'uva da tavola in alcuni periodi di eccedenza, legati al picco dell'esportazione dei paesi dell'emisfero sud, crea un abbassamento dei prezzi, tutt'altro avviene nei periodi estremi all'intervallo in cui si hanno prezzi migliori. La Namibia e il Brasile si inseriscono, con le loro produzioni, in questo ultimo periodo acquisendo così un vantaggio commerciale nei loro confronti.

I paesi produttori di uva da tavola sono alla continua ricerca di strategie sempre più competitive, cercando così di studiare le esigenze dei consumatori in modo da organizzare la commercializzazione per abbassare i prezzi (Di Lorenzo, 2004). Quindi il momento attuale tende all'ampliamento del calendario dell'offerta e all'ottenimento di prodotti fuori stagione, sia precoci che tardivi e all'ottenimento di prezzi maggiormente remunerativi, consentendo altresì vantaggi in termini di marketing (Di Lorenzo, l.c.).

L'ottenimento delle uve sia tardive che precoci è uno degli obiettivi del miglioramento genetico dell'uva da tavola per l'ampliamento della piattaforma ampelografia dei paesi produttori. L'utilizzo di nuove cultivar rappresenta il principale strumento per l'ampliamento del calendario commerciale. Importante in questo senso è anche il ruolo

svolto nelle aree di coltivazione e le tecniche colturali adottate. Tutto ciò è stato dimostrato in paesi come ad esempio Cile e California (USA) (Di Lorenzo et Barbagallo, 2003-2005).

L'Italia per produrre dai sette ai più mesi l'anno e mantenere lo standard di leader mondiale nella produzione di uva da tavola deve operare attraverso una migliore offerta e una diversificazione del prodotto, con l'ausilio di innovazioni che favoriscano lo sviluppo del prodotto e dei processi (Di Lorenzo, 2006).

Vi è inoltre da dire che l'immagine dell'Italia nel mondo viene dettata in uno dei suoi aspetti peculiari, storico e culturali, dall'effetto sinergico delle produzioni di eccellenza, che coprono i campi più eterogenei per il quale il *made in italy* e l'agroalimentare si è sempre distinto ricoprendo un ruolo di primaria importanza. All'uopo vi è da dire che un tipico esempio di eccellenza è l'uva da tavola: il prodotto frutticolo italiano maggiormente esportato all'estero in termini di valore.

Il prodotto è da sempre stato sinonimo di italianità, non solo per il nome della varietà più commercializzata (cv Italia), ma soprattutto per la professionalità dei produttori italiani di uva da tavola. Inoltre è di primaria importanza nell'ambito delle culture frutticole per l'apporto di capitali investiti nel comparto, per l'elevato impiego di manodopera e per il fatturato globale che si realizza. Infine in alcune regioni del meridione di Italia (Puglia e Sicilia), rappresenta una fetta integrante dell'economia.

L'Italia inoltre ha assunto, negli anni, nel contesto agricolo internazionale un ruolo leader per la produzione, la coltivazione e l'esportazione dell'uva da tavola. Questo è legato agli elevati livelli qualitativi e quantitativi raggiunti dalle produzioni italiane, attribuibili innanzi tutto alle favorevoli condizioni pedoclimatiche delle zone di coltivazione, che hanno permesso di estrinsecare al meglio il potenziale produttivo della vite da tavola.

La Sicilia e la Puglia rappresentano due realtà di particolare interesse produttivo sia per la loro posizione geografica occupata nel mediterraneo sia, come già detto precedentemente, alle condizioni climatiche favorevoli che consentono le produzioni extra-stagionali.

Infatti l'aspetto peculiare della viticoltura da tavola siciliana è rappresentato, come detto, da un ampio calendario di offerta che va oltre i sette mesi all'anno, cioè dalla seconda decade di maggio fino al mese di dicembre, grazie a tre differenti tipologie di produzione (anticipate, del tempo e tardive).

Oggi la tendenza ad ampliare il calendario di offerta e commercializzazione attraverso l'ottenimento di produzioni precoci e tardive è un obiettivo da anni perseguito dai principali paesi produttori, ed è giustificato dai prezzi più remunerativi che si realizzano e dagli evidenti vantaggi ottenuti in termini di marketing.

Le tecniche colturali ed agronomiche idonee per la realizzazione di impianti innovativi, hanno svolto un ruolo determinante per il raggiungimento di nuovi traguardi come

ad esempio la realizzazione di nuove varietà attraverso il miglioramento genetico, che rimane il vero punto di forza su cui basare l'ampliamento dell'offerta dell'uva da tavola.

Il quadro attuale della vitivinicoltura da tavola in Italia, nonostante i notevoli progressi tecnici ed economici conseguiti, non è molto rassicurante a causa di diverse problematiche che hanno fortemente sfavorito il comparto.

Uno di questi problemi è sicuramente rappresentato dalla forte competizione messa in atto da paesi fortemente vocati alla produzione come il Cile ed il Sud Africa che arrivano sui mercati europei nei mesi invernali e primaverili, quando la produzione nostrana è pressoché assente, ma soprattutto dai pesi emergenti del bacino del mediterraneo come la Spagna, Grecia, Turchia, Marocco e Tunisia, che avendo un calendario di commercializzazione simile al nostro e anche costi di produzione più bassi, risultano essere maggiormente competitivi. La soluzione deve essere legata ai vantaggi apportati dalle condizioni ambientali del nostro paese che consentono di allungare, rispetto ai principali *competitor*, il calendario di commercializzazione che va da metà maggio a fine dicembre e di avere una presenza costante sul mercato.

A tal riguardo la Sicilia da alcuni anni a venire si è progressivamente convertita alla tecnica della coltura fuori suolo, che rispetto alle tradizionali coltivazioni in serra consente rese per unità di superficie più elevate e l'ottenimento di produzioni extra precoci, che permettono di prolungare ulteriormente il calendario di offerta.

Un'altra innovazione di processo, ancora in fase di studio, è rappresentata dalla possibilità di avere sotto serra, e negli ambienti più caldi della Sicilia, più di una produzione di uva l'anno; e in futuro si ipotizza di applicare la tecnica della doppia produzione anche alla coltivazione della vite fuori suolo. A questo obiettivo lavora ormai da anni il Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali dell'Università degli Studi di Palermo.

Per quanto riguarda invece le innovazioni di prodotto, una prospettiva interessante per l'uva da tavola, sia ai fini commerciali sia rispondente alle attuali esigenze dei consumatori e della GDO, è rappresentata dal prodotto di "IV gamma", in cui si intravede la possibilità di vendere l'uva fresca, tagliata, lavata e pronta all'uso, in contenitori sigillati ed igienizzati (*packaging*) fondamentale per la presentazione dell'uva, sia per attirare l'attenzione del consumatore e soddisfare l'esigenze della moderna distribuzione, nonché possibile vettore di promozione territoriale.

È altresì fondamentale puntare sulla valorizzazione e sulla certificazione di qualità dei prodotti attraverso l'uso di marchi come l'IGP e la DOP oppure la certificazione EUREGAP, in maniera che il consumatore abbia delle garanzie dal punto di vista della qualità e della salubrità del prodotto.

È auspicabile, inoltre, la diffusione delle OP (Organizzazioni dei Produttori) allo scopo di programmare la concentrazione della produzione e l'adeguamento alla

domanda, promuovere l'offerta e lo sviluppo di tecniche colturali che rispettino l'ambiente e la salute dei consumatori, oltre che ridurre i costi di produzione.

Imprescindibile comunque pare il ruolo che spetta al settore pubblico per un effettivo rilancio del comparto, attraverso un maggiore sostegno alla ricerca per lo sviluppo d'innovazioni di prodotto (ad esempio con la costituzione di varietà apirene) e di processo, che consentano un ulteriore ampliamento del calendario di commercializzazione, verso produzioni extra precoci e tardive che ottengano prezzi più remunerativi (Di Lorenzo, l.c.).

1. La Situazione nel Mondo

Negli ultimi 20 anni il settore dell'uva da tavola, ha assunto un ruolo sempre più importante nello scenario della frutticoltura mondiale, testimoniato dagli ottimi risultati economici e dalla progressiva diffusione della coltura in quasi tutti i continenti sia nell'ambito produttivo, che in quello dei consumi.

Nei cinque continenti la produzione di uva da tavola è in continuo aumento: secondo i più recenti dati OIV si è passati da 119 milioni di q.li nel 1995 a 212 milioni di q.li nel 2011.

Per quando concerne la ripartizione della produzione di uva da tavola nel mondo, l'Asia è il principale produttore con 125 milioni di q.li, con un'incidenza del 58,31%, segue il continente Europeo con 37 milioni di q.li (17%), infine al terzo posto troviamo il continente Oceanico con 36 milioni di q.li, (15,7%). Non sono da sottovalutare le produzioni del continente Americano con 27 milioni di quintali. Ultimo produttore con 20 mila q.li è il continente Africano (Fonte: OIV 2011).

In riferimento invece alla distribuzione delle produzioni di uva da tavola nei principali paesi produttori asiatici, la Cina è leader mondiale con (61 milioni di q.li), segue l'Iran (14,6) e l'India (11,5). Meritano di essere considerate anche le produzioni dell'Uzbekistan con 5,6 milioni di q.li. (dato aggiornato al 2011 – OIV)

Tra i produttori di uva per il consumo fresco del continente Europeo, primeggia la Turchia con 18,7 milioni di quintali, al secondo posto si trova l'Italia con 13 milioni di q.li, seguita dalla Spagna con 3 milioni di q.li, ed al quarto posto la Grecia con 2,3 milione di q.li. (Fonte: OIV 2011).

Produzioni inferiori al milione si ottengono in Albania, Romania, Ucraina, Francia, Portogallo etc... (Fonte: OIV 2011).

La produzione totale del continente Americano è data dal: Perù (1,9 milioni di q.li), Cile (8,8 milioni), Brasile (6,6 milioni), USA (6,7 milioni) e Messico (2 milioni) (OIV 2011).

Tra le nuove realtà produttrici nel continente Africano troviamo l'Egitto con 12 milioni di q.li, favorito dalle condizioni climatiche ottimali per la produzione di varietà precoci di uve apirene. Altri paesi del continente che stanno aumentando la produzione di uva da tavola sono Algeria (3 milioni), Sud Africa (3 milioni), Marocco (2,5 milioni) (OIV 2011).

In riferimento ai dati che riguardano il commercio internazionale di uva da tavola riferiti al 2011 (OIV), l'Europa è di gran lunga il primo continente importatore (21 milioni), seguito da America (9,5 milioni) e Asia (7,6 milioni). Mentre le importazioni del continente Africano e di quello Oceanico possono essere considerate trascurabili.

Gli Stati Uniti, con 6 milioni di quintali importati nel 2011, sono di gran lunga il primo paese importatore d'avanti alla Russia (4 milioni di q.li, seguono i Paesi Bassi con (3), la Germania (3), Cina (2,8), Regno Unito (2,3), Canada (1,7), Francia (1,6), Cina - H. Kong con 1,4 milioni.

Nelle articolate dinamiche di scambio internazionale, i paesi con maggiore vocazione all'esportazione sono il Cile, che con quasi 8,3 milioni di q.li di uva fresca esportata è ormai leader in questo mercato, seguito a distanza dalle esportazioni italiane con circa 5 milioni di q.li, che figurano rispettivamente al primo e al secondo posto della graduatoria mondiale a cui seguono in ordine di

importanza gli Stati Uniti (5), Sud Africa (2,5), Cina (2,1), Turchia (2,3), Spagna (1,4), India (700mila), Egitto (623mila), coprono circa il 70% del totale mondiale (OIV 2011).

Analizzando le produzioni d'uva da tavola commercializzate, risalta la distinzione nel mercato europeo di due grandi flussi produttivi, un canale di approvvigionamento costituito dai Paesi del bacino del mediterraneo come l'Italia, la Spagna, la Grecia, la Turchia e il Nord Africa con Egitto e Marocco e un canale proveniente da paesi dell'emisfero Sud come il Cile e il Sud Africa (Di Lorenzo, 2003).

L'offerta del prodotto è così articolata: il Cile produce uva per sei mesi, ed inizia l'esportazione nel mese di dicembre con le cultivar apirene Flame, Sugraone e Thompson e termina a giugno con la Red Globe e la Berlinka e Dauphine. L'export cileno è molto condizionato dalla domanda USA. Tale mercato infatti, rappresenta il principale sbocco commerciale, assorbendo circa metà delle consegne cilene.

Nell'UE i volumi più significativi sono destinati all'Olanda, noto crocevia commerciale, e al Regno Unito; quest'ultimo è un mercato che apprezza molto le uve apirene, prodotto classico della viticoltura da mensa cilena.

Il Sud Africa inizia a produrre a novembre con le cultivar Flame Seedles e prosegue fino a giugno con la Red Globe, Berlinka e Dauphine, e ha come mercato privilegiato l'UE presente soprattutto nel periodo invernale e agli inizi della primavera.

La California comincia la commercializzazione a maggio con le uve apirene Flame Seedless, Thompson Seedless e la Perlette e si chiude a dicembre con la Red Globe.

Essa ha nel Canada la destinazione privilegiata del proprio prodotto, seguito dal Messico e dall'Estremo Oriente.

Infine la produzione Italiana si estende dalla seconda decade di maggio, con le varietà Black Magic, Matilde e Vittoria coltivate in serra (fuori suolo), ed arriva fino alla fine di dicembre con la Red Globe e la Black Pearl e soprattutto la cv "Italia" con impianti coperti dai tendoni per il ritardo della maturazione (Di Lorenzo, 2003).

Analizzando i dati che caratterizzano il settore uva da tavola nei Paesi produttori, viene messa in risalto una caratteristica comune, la dinamicità, vista sotto diversi aspetti: sotto il profilo del rinnovamento varietale ad esempio, con la costituzione di cultivar che rispecchino i mutevoli gusti del consumatore, come nel caso delle cultivar apirene.

Per esse si osserva un crescente interesse che si concretizza in continui aumenti della superficie investita soprattutto con le cultivar Crimson e Sugraone.

Questo fenomeno investe tutti i maggiori paesi produttori, vecchi e nuovi e con una forte propensione verso l'export.

In ritardo purtroppo sotto questo fronte si trova l'Italia, leader nella produzione e commercializzazione dell'uva da tavola, ma che negli ultimi anni ha dimostrato una certa staticità varietale, ancorata su pochi vitigni, tutti con semi, come l'ormai storica cultivar Italia che rappresenta circa il 70% circa del patrimonio viticolo nazionale mostrando difficoltà nel trovare alternative valide sia in termini qualitativi, che quantitativi.

Un altro fattore di rilevante importanza e comune a questi paesi è la strutturazione aziendale, con presenza di aziende private e

cooperative di grandi dimensioni, con gestione di tipo manageriale e che si avvantaggiano di politiche di marchio e di *marketing*, che volendo utilizzare un termine economico chiameremo “*marketing oriented*”. Un altro punto comune a tutti i maggiori paesi esportatori è la messa a punto di un sistema logistico molto efficiente, capace di annullare le distanze e abbattere i costi di trasporto dei prodotti.

2. La Situazione in Italia

Fino al 1882 in Italia si consumavano e si esportavano come uva da tavola grappoli di vitigni di uva da vino a maturazione precoce e con buccia consistente. Da Bisceglie, in provincia di Bari, già dal 1869 iniziarono le spedizioni di uva verso Milano, Torino, Bologna e poco dopo anche verso Germania, Svizzera e Austria.

Nello stesso vigneto si coltivavano diversi vitigni senza alcuna distinzione se destinati per la trasformazione in vino o per il consumo come frutta.

Dopo alcune azioni intraprese dal Ministero dell'Agricoltura si decise di incrementare e di specializzare la coltivazione dell'uva da tavola anche per ragioni sociali, in quanto richiedeva per la sua coltivazione un maggior impiego di manodopera e consentiva di ottenere ricavi più elevati. Per i nuovi impianti si consigliavano forme di allevamento a pergolato in sostituzione dell'alberello e della spalliera.

In quel periodo le produzioni si ottenevano anche nelle regioni d'Italia del Nord. In Belgio già si adottavano sistemi di forzatura e riscaldamento delle serre che consentivano di produrre a marzo con ricavi cinque volte superiori di quanto ottenuto a luglio. Parte della produzione veniva esportata da Bruxelles a Parigi, Londra, Amsterdam e Berlino. Anche l'Italia, l'Ungheria e la Spagna iniziarono la commercializzazione dell'uva su quei mercati, spedita con vagoni ferroviari.

In Italia vi erano interessanti varietà che andavano selezionate per ottenere uve precoci, belle e resistenti durante la conservazione;

tra loro vi erano Chasselas Rosè e Dorata, Lugliatica, Uva Rosa, Tarantina, Regina dei vigneti, Insolia.

Nel 1930 in Italia si accertò che su 0,2 Ml di tonnellate di uva consumata come frutta, soltanto il 32% era costituito da varietà da tavola.

Nel 1938 la diffusione percentuale delle varietà di uva era la seguente: Regina bianca 31,1%; Chasselas 31%; Baresana 8,5% etc.

Nel 1960 Regina Bianca era la varietà più diffusa (76,1%), seguita da Panse precoce (10,1%), e dalla Regina dei Vigneti (4,6%).

La varietà Italia era coltivata soltanto per lo 0,5%. Tra le varietà si affermava sempre più Regina bianca, minore diffusione si aveva per Italia, Bicane, Sultanina e Zibibbo.

Nel 1954 la superficie in coltivazione specializzata di uva da tavola era di 34.582 ettari, con una produzione di 2 milioni di quintali, di cui 400.000 esportate. Da questo momento inizia una consistente espansione della superficie utilizzata per questa coltura.

Nel 1985 la produzione ottenuta su circa 80.000 ettari era di 14 milioni di q.li, di cui 5,6 milioni di q.li esportati.

Si verificò un ridimensionamento della superficie vitata coltivata a Regina Bianca ed un aumento considerevole per la varietà Italia.

Nel 1987 la produzione pugliese era rappresentata per il 40,6% dall'Italia e per il 45,8% dalla Regina bianca. In Sicilia, la cv Italia aveva raggiunto la massima espansione con l'80%.

L'esportazione pugliese era la più consistente in Italia ed era costituita per il 63,8% da uva Italia e dal 24,1% da Regina Bianca.

La cv Italia cominciava ad essere apprezzata anche in alcune aree europee che in passato disdegnavano il particolare aroma di moscato che caratterizzava quest'uva.

Il consenso era dovuto anche alla possibilità di essere presente sui mercati da agosto a dicembre con ampie garanzie di serbevolezza, sanità e qualità.

Il maggior quantitativo era ottenuto in Puglia, seguita da Sicilia, Abruzzo e dalle altre regioni centro-meridionali.

Dall'ultimo censimento del 2000 si rileva che la cv Italia occupava il 53,8% della superficie ad uva da tavola, seguita da Victoria con il 9,9%, Regina bianca 8,9%, Red globe 2,9%, Cardinale 2,8%, Matilde 2,2%, altre con semi 18% ed infine le uve apirene con il 3%.

Dal 1985 è iniziata un'intensa attività di studio di nuove cultivar con lo scopo di assecondare le nuove esigenze del mercato, rivolta principalmente verso le uve apirene. Nello stesso periodo si è cercato di allargare il più possibile il periodo di commercializzazione dell'uva, adottando nuove tecniche di coltivazione che prevedono, in particolare, la copertura con film plastici in modo da avere un prodotto dall'inizio di luglio (anticipo della maturazione) fino a dicembre (ritardo della maturazione).

Oltre a questo furono intensificate le ricerche relative all'applicazione di tecniche colturali per migliorare ulteriormente lo sviluppo del grappolo e le dimensioni delle bacche.

In seguito a queste innovazioni, in Italia meridionale vennero introdotte nuove varietà apirene (Es. King's Ruby) che furono poste a dimora in campi sperimentali della Puglia, Molise, Sicilia e Sardegna.

Dopo un periodo di sperimentazione ed osservazione, con un D.M. del 15 giugno 1987 fu riconosciuta l'idoneità alla coltivazione di cinque varietà di vite da uva da tavola apirene e non apirene: Canner bianca, Red Flame nera, Ruby Seedless nera (ex King's Ruby), Sugrafive bianca (ex Early Superior Seedless), ed una con i vinaccioli, Don Mariano (Ex Napoleon).

Successivamente, nel 1987, il Ministero autorizzò la coltivazione di altre varietà: Pasiga nera, Nerone nera, Imperatrice rosa, Argentina rosa, Moscatuel rosa, Patrizia rosa, Noica rosa, Carina rosa, Rutilia bianca e Arizul bianca.

Questo percorso non ha portato al profondo cambiamento della piattaforma varietale italiana come auspicato dalle istituzioni di ricerca che inoltre hanno lavorato in questa direzione.

Molte varietà che per le proprie caratteristiche fisiche e qualitative non erano corrispondenti alle esigenze della commercializzazione ed al gusto del consumatore sono state abbandonate per far posto a cultivar più nuove ed adatte.

Per il futuro si prevede una graduale sostituzione delle varietà con semi con quelle apirene, che rispondono maggiormente alle esigenze del mercato (soprattutto quelle del Nord-Europa che rappresenta per l'Italia un mercato molto importante) e si prestano meglio nella preparazione di prodotti alimentari. La nostra produzione di uva da tavola è legata a diverse varietà, ma solo alcune di queste vantano una certa importanza: infatti, si tende a coltivare solo quelle che incontrano il gusto dei consumatori, portando quindi ad una certa uniformità del prodotto. Sia in Italia che all'estero si preferiscono grappoli di media grandezza, con acini

ben sviluppati e coloriti, a polpa croccante, con buccia sottile, sapore dolce, e possibilmente senza la presenza di vinaccioli.

L'obiettivo della ricerca di tutto il mondo è quello di produrre varietà apirene che, oltre ad avere caratteristiche idonee per l'adattabilità ai vari ambienti, abbiano requisiti che si riscontrano nelle migliori varietà con semi coltivate oggi.

La superficie totale destinata alla coltivazione di uva da tavola in Italia nel 2012 è stata di 53.890 ettari che hanno prodotto 10,8 milioni di quintali, con una produzione media di 200 q.li/ha. Nel 2006 invece la superficie coltivata ad uva da tavola era di 73.083 ettari, ciò denota che si è verificata una contrazione del 26,27% delle superficie coltivata (Fonte: Istat 2012). Da una analisi più dettagliata a livello territoriale dell'andamento delle superfici destinate alla coltivazione dell'uva da tavola, tale contrazione si è verificata soltanto nelle regioni del mezzogiorno, infatti dal 2006 al 2012, la superficie è passata da 72.450 ettari a 52.480 ettari e parallelamente anche le produzioni hanno subito un decremento, passando da 15,2 milioni a 10,6 milioni di q.li.

Nelle regioni del nord e centro Italia sempre nello stesso periodo, la superficie coltivata è rimasta pressoché costante, un caso anomalo si è rilevato nell'anno 2008 dove la regione Friuli Venezia Giulia presentava una superficie coltivata ad uva da tavola di 450 ha (Fonte: Istat).

Graf. 1- Produzione uva da tavola in Italia. Fonte: Istat



Il calendario di commercializzazione italiano si apre nella seconda decade di maggio con le uve prodotte nelle serre della Sicilia sud orientale impiegando anche la tecnica del fuori suolo, con le varietà Vittoria, Black Magic e Matilde, nel mese di giugno vengono raccolte le uve prodotte in Sicilia dai tendoni coperti con plastica per l'anticipo della maturazione e le uve prodotte dalle aree più precoci della Basilicata e della Calabria.

Solo nel mese di luglio si affacciano sul mercato le uve pugliesi, che vengono anch'esse prodotte negli impianti protetti per la maturazione anticipata, impiegando le stesse varietà viste in precedenza con l'aggiunta della Michele Palieri, Sugraone, Thompson e Sublima destinati a mercati esteri.

Nei mesi successivi e fino all'autunno viene commercializzato il prodotto di pieno campo con il picco di produzione in settembre con la cultivar Italia che si protrae fino a dicembre, grazie all'uso di coperture per il ritardo della maturazione.

L'ultima varietà ad entrare nei canali commerciali è la Red Globe, che si inizia a raccogliere a settembre e si finisce nella prima settimana di dicembre (Sarnari, 2001).

Da quanto illustrato sopra si evince che il periodo di commercializzazione dell'uva da tavola italiana si protrae per circa otto mesi sfruttando le diverse tipologie produttive che sono a disposizione, il che è senz'altro un punto di forza ma che da solo non può sostenere la concorrenza mondiale.

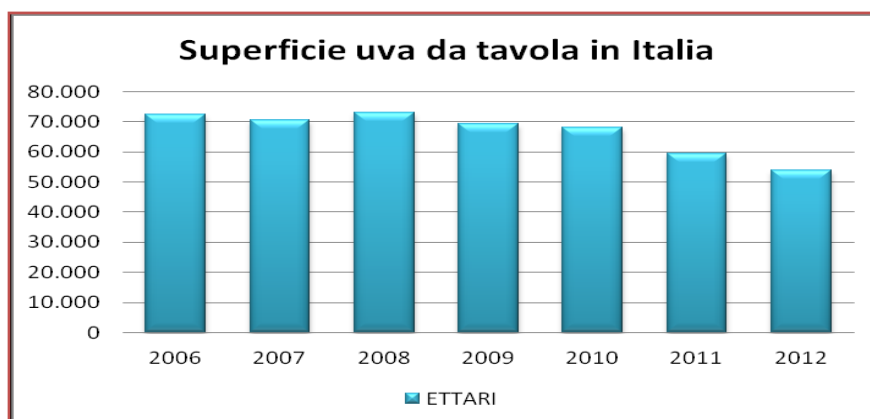
Si rende quindi necessario mettere in atto tutta una serie di iniziative volte ad allargare la base ampelografica in modo tale da fornire al consumatore sempre delle novità di prodotto in modo da assecondarne i mutevoli gusti.

Per quanto concerne le tipologie di produzione attualmente adottate in Italia per la coltivazione dell'uva da tavola sono fondamentalmente tre:

- le produzioni anticipate attraverso la copertura dei tendoni con teli o con serre;
- le produzioni di pieno campo con o senza reti;
- le produzioni tardive con la copertura dei tendoni con teli.

A queste tipologie bisogna aggiungere la tecnica del “fuori suolo”, che viene adottato solo da un numero ristretto di aziende per l'ottenimento di produzioni extra precoci.

Graf. 2 - Superficie uva da tavola in Italia. Fonte: Istat



3. La situazione in Sicilia

La viticoltura da tavola siciliana, assieme all'agrumicoltura e all'orticoltura specializzata sotto serra, rappresenta uno dei settori agricoli più rilevanti, non solo sotto l'aspetto economico, ma anche sotto l'aspetto delle tradizioni culturali.

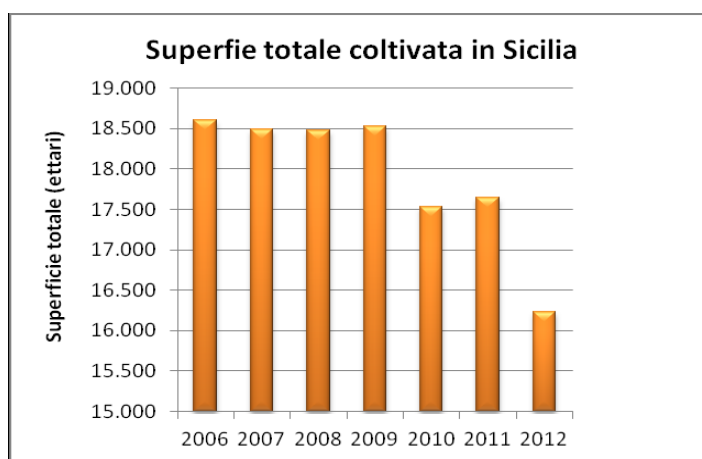
La Sicilia rappresenta la seconda regione italiana (dopo la Puglia) per importanza nel comparto dell'uva da tavola, in termini di superficie investita e di produzione realizzata; la Sicilia inoltre è nota anche per la qualità del prodotto, notoriamente elevata (Giuffrida, 1998).

Questo comparto acquisisce in Sicilia un valore maggiore per i riflessi sociali che determina, come l'impiego di manodopera che risulta essere molto elevata, vista la specializzazione della coltura e per l'interesse che deriva dai capitali circolanti nell'indotto nelle aree di maggiore produzione.

La produzione complessiva Siciliana nel 2012 è stata pari a circa 3,6 milioni di quintali registrando rispetto all'anno precedente un incremento del 3,9%.

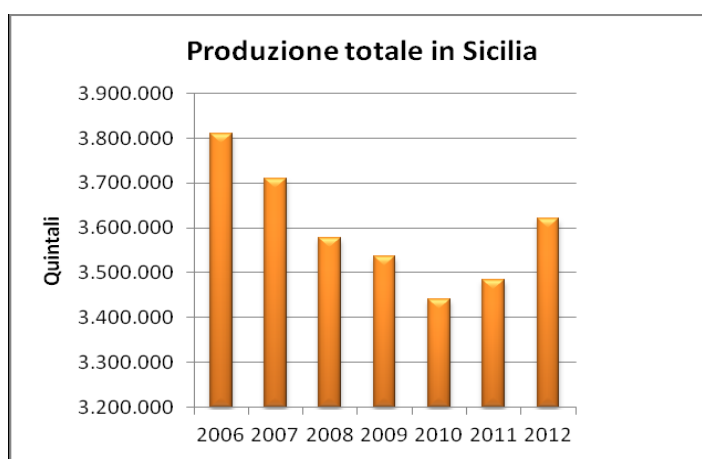
Le produzioni siciliane incidono per il 33,4% sulle produzioni complessive italiane.

La superficie totale investita ad uva da tavola in Sicilia nel 2012 è stata pari a 16225 ettari, facendo registrare rispetto all'anno precedente un decremento 8%.



Graf. 3 - Superficie coltivata in Sicilia.

Fonte: Istat



Graf. 4 - Produzione totale Siciliana.

Fonte: Istat

Nel corso dei decenni la superficie regionale investita ad uva da tavola ha avuto un trend altalenante, anche in relazione alla politica comunitaria.

Se osserviamo il periodo che va dal 1970 al 1990 vediamo che le superfici e di conseguenza le produzioni hanno avuto un andamento crescente, passando rispettivamente da 10.000 a 22.000 ettari e da quasi 1.200.000 a 4.200.000 quintali.

Sempre in questo periodo si è assistito ad uno spostamento e concentrazione della superficie investita nelle province di Agrigento, Caltanissetta, Catania e Ragusa (Di Lorenzo, 2004), a scapito soprattutto della provincia di Trapani.

La superficie regionale investita a uva da tavola ha avuto un picco minimo (17.000 ettari) nel 2000 dovuto principalmente all'applicazione del regolamento CEE 1442/88 che elargiva contributi ai produttori che decidevano di estirpare vigneti da uva da tavola.

Se da un lato questo provvedimento ha ridotto le superfici, dall'altro ha dato un contributo a rinnovare il settore (Giuffrida, 1998)

Durante l'ultimo decennio si è avuta una riduzione delle aree meno vocate alla viticoltura da mensa, uno svecchiamento degli impianti e la realizzazione di nuovi impianti in zone in cui la potenzialità pedo-climatiche, insieme all'adozione di tecniche agronomiche adeguate, potessero estrinsecare al meglio la coltura della vite da tavola (Di Lorenzo *et al.*, l.c.).

Per superare questo momento di crisi, si è deciso sia di puntare all'impiego di nuove tipologie produttive, e sia all'utilizzo di nuove cultivar che potessero rappresentare delle ottime alternative alla varietà "Italia".

Sforzi sono stati compiuti anche per migliorare le pratiche agronomiche, mirate soprattutto a valorizzare le caratteristiche qualitative del prodotto finale.

Oggi sono entrati nella pratica comune interventi in verde quali, il diradamento dei grappoli e degli acini, la potatura dei grappoli, nonché l'incisione anulare, pratiche quasi sconosciute se non addirittura avversate negli anni precedenti.

Se diamo uno sguardo, alla localizzazione delle aree produttive in Sicilia, per l'uva da tavola, notiamo che esse sono dislocate in due aree ben definite; una collocata nelle zona sud-orientale con

polo produttivo a Mazzarrone e che abbraccia i comuni di Caltagirone, Licodia Eubea e Mazzarrone nella provincia di Catania ed Acate, Vittoria, Chiaramonte Gulfi e Comiso per la provincia di Ragusa.

L'altra è situata nella Sicilia centro-occidentale e ha come epicentro Canicattì ed abbraccia ventiquattro comuni appartenenti alle provincie di Agrigento (Naro, Favara, Castrofilippo, Campobello di Licata, Palma di Montechiaro) e Caltanissetta.

Le cultivar maggiormente coltivate in Sicilia si annoverano in un numero ristretto di varietà di cui la varietà "Italia" e "Vittoria" ancora oggi sono quelle più rappresentate. Ad arricchire il panorama varietale siciliano si sono aggiunte negli anni, la Red globe, la Black magic, la Black pearl (tutte varietà con semi).

La diffusione di cultivar apirene tutt'oggi è molto bassa, ciò a causa di una sorta di scetticismo da parte dei viticoltori siciliani di tali varietà, che pur essendo molto apprezzate in tutto il mondo non riescono a svilupparsi "a pieno regime" in questa Regione che presenta molte caratteristiche potenziali per "imporsi" nel mercato globale. La varietà apirene più diffusa risulta la Superior seedless (Sugraone).

L'epoca di raccolta delle varie cultivar presenti in Sicilia cambia ovviamente in funzione della tipologia produttiva applicata ed in funzione del comprensorio viticolo considerato.

Il calendario di offerta dell'uva da tavola siciliano è così articolato: lungo le zone costiere della Sicilia centro-orientale, a partire dalla prima decade di Maggio viene raccolta la Black Magic e la Matilde e dopo una settimana la Vittoria, allevate in "fuori suolo".

Le stesse cv sotto serra coltivate per l'anticipo, e nelle stesse zone sono pronte per la raccolta tra la seconda decade di maggio, prima decade di giugno, ma se ci spostiamo nella zona di Mazzarrone si potrà raccogliere soltanto a partire dal 15 di giugno.

La cv Italia coltivata in pieno campo nel comprensorio di Canicattì, indicativamente è pronta per la commercializzazione intorno al 15-20 di agosto, con circa una settimana di ritardo rispetto a quello di Mazzarrone.

Infine per le cv Italia e Red Glob e più di recente la Crimson seedless, allevate sotto copertura dei tendoni per il ritardo, si potrà posticipare la raccolta fino alla fine di dicembre, sia a Canicattì sia a Mazzarrone.

Quindi, l'aspetto più importante della viticoltura da tavola siciliana è rappresentato dall'ampio calendario di offerta che si sviluppa per oltre sette mesi l'anno ed è compreso tra la seconda decade di maggio ed il mese di dicembre grazie a tre differenti tipologie di produzione.

Attualmente in Sicilia l'uva da tavola viene coltivata con tre differenti tipologie di produzione: la coltivazione in serra per anticipare la raccolta, quella di pieno campo con reti antigrandine e la coltivazione con la copertura dei tendoni all'invaiaitura per ritardare la raccolta.

Bisogna sottolineare come la viticoltura protetta, per anticipare la maturazione, sia in forte espansione a discapito della forzatura per il ritardo che vede diminuire la superficie investita; le cause sono individuabili nello sviluppo e perfezionamento delle tecniche di frigoconservazione che presentano dei costi elevati, e nei prezzi

poco remunerativi che si raggiungono negli ultimi due mesi dell'anno.

A queste tipologie di produzione già affermate in Sicilia, bisogna affiancare la tecnica del “fuori suolo” che ha aperto nuove prospettive nella viticoltura siciliana (Di Lorenzo *et al.*, 2001).

L'adozione della coltivazione in fuori suolo consente, in ambiente siciliano, di guadagnare un ulteriore mese di anticipo sull'attuale epoca di raccolta, arrivando sul mercato nella prima decade di maggio quando i paesi produttori dell'Emisfero Sud (Sud Africa, Australia e Cile) iniziano ad esaurire il proprio prodotto.

4. Aree di coltivazione dell'uva da tavola

La *Vitis vinifera*, nome scientifico della vite, è coltivata in ambienti caldo-aridi in tutte e due gli emisferi, sud e nord.

In funzione dell'emisfero si assumono diversi punti di riferimento del ciclo della vite, quello a nord in cui il ciclo biologico inizia il primo gennaio; in quello a sud si considera una sfasatura di sei mesi circa, onde per cui la data di riferimento coincide con il primo luglio. Il periodo di riposo della vite, di conseguenza la sua durata, dipende dalla caduta delle foglie. All'aumentare della latitudine nord si anticipa l'entrata in riposo e se ne allunga la durata.

Viceversa tanto più diminuisce la latitudine sud, tanto più la caduta delle foglie, viene ritardata fino ad arrivare alla vegetazione continua dei tropici (Antonacci, 2000).

Uno dei parametri climatici che maggiormente influenza la vite è la temperatura dell'aria. Il variare di questa crea suscettibilità alla coltivazione dell'uva da tavola, da zona a zona (Antonacci, l.c.). Da qui si evince che il fabbisogno di freddo della vite è praticamente nullo, semmai il riposo è proporzionale all'ottenimento di produzioni quali quantitative in riferimento a un ciclo vitale della pianta di circa 30 anni.

Nelle zone tropicali le foglie della vite non cadono mai tutte insieme, ma si rinnovano continuamente, onde per cui la vite è una pianta sempreverde, ma non in grado di produrre. Nelle foglie vecchie vi è la presenza, infatti, di

ormoni inibitori della differenziazione delle gemme (ABA) che impedisce l'attività vegetativa delle gemme miste.

La conduzione del vigneto in questi ambienti è totalmente differente rispetto a quella tradizionale diffusa nelle altre regioni in cui viene coltivata la vite. Nelle suddette zone le temperature non sono sufficientemente basse ad interrompere le attività vegetative, impendendo il riposo della pianta. L'accorciamento del ciclo della vite consente con appropriate tecnologie di programmare la raccolta durante tutto l'anno e di realizzare più di un ciclo produttivo attraverso la potatura e uno stress idrico indotto, chiamato il primo "riposo simulato" ed il secondo "agostamento simulato". Tutto ciò consente di ottenere due o più cicli produttivi all'anno. Nella regione della valle del Rio San Francisco in Brasile si raccoglie in ottobre e novembre e le produzioni si rivelano di buona qualità soprattutto all'accadere di buone piogge, con scarsa incidenza degli attacchi fungini.

La tecnica di prima potatura di tipo corto generalmente viene attuata in ottobre-novembre con successiva rimozione dei germogli in modo tale che la pianta rimanga in attività anche durante l'estate. Mentre tra marzo e giugno si effettua la potatura normale di produzione, cosicché questi vigneti vengano indotti a produrre nei mesi meno caldi. Tale forzatura della vite da un lato determina un incremento di produzione per unità di superficie, dall'altro riduce enormemente le potenzialità vegeto-produttive della pianta

con conseguente riduzione del ciclo di vita, stimabile intorno ai dieci anni (Antonacci, l.c.).

Il livello di specializzazione degli impianti di uva da tavola differisce nei paesi produttori in base alle differenze economiche, tecnologiche e culturali di questi ultimi. Nei paesi occidentali il livello tecnologico è sicuramente più elevato e proporzionale alla redditività della coltura, anche se in questo caso il costo della manodopera incide più di altri casi. Alcuni paesi, nonostante il basso reddito, grazie alle condizioni climatiche favorevoli ed un basso costo della manodopera, riescono ad essere comunque competitivi.

IL COMPORTAMENTO DELLA VITE IN AMBIENTE PROTETTO

1. Effetti sulla fisiologia

Le diversità dell'ambiente protetto rispetto al pieno campo si esprimono nei riguardi della temperatura, della luce e nella percentuale di CO₂. Le variabili climatiche influenzano il processo fisiologico della pianta, in primis la fotosintesi, la respirazione, la traspirazione, la sintesi e la mobilitazione delle componenti ormonali. Da ciò ne dipende il risultato produttivo della pianta. Pertanto si può affermare che l'attività fisiologica delle piante in pieno campo è diversa da quella in ambiente serricolo, in cui si evince il comportamento della pianta sottoposta a stress termico luminoso e di CO₂, che per analogia si realizza in serra. In ambiente protetto l'azione della radiazione solare incidente in serre il cui apprestamento laterale con film plastico è posizionato nella parte sovrastante in mezzo ai pannelli solari, modifica l'attività di fotosintesi. Infatti la fotosintesi risulta tra le attività fisiologiche quella maggiormente condizionata (Novello, 1999). Vi è da dire inoltre che l'ombreggiamento dovuto ai pannelli fotovoltaici riduce il consumo idrico. La riduzione della radiazione solare

all'interno della serra per azione della copertura generalmente è del 40% del flusso incidente rispetto al pieno campo (Novello, 1999). I livelli di PPFD misurati su foglie esposte alla luce vicini ai livelli di saturazione della vite in condizioni luminose in serra idonee al processo fotosintetico si riducono notevolmente a causa dell'ombreggiamento dovuto alla densità e alla vigoria delle piante, onde per cui per molte foglie si viene a creare una condizione complessiva di scarsa luminosità (Giuffrida, 1999).

Secondo During (1988) nelle piante allevate in pieno campo, a parità di intensità luminosa, il tasso fotosintetico risulta essere più basso e che i massimi di assimilazione CO₂ risultano depressi. Inoltre in serra i valori maggiori di assimilazione netta si hanno in corrispondenza di valori di PPFD (700 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) inferiori rispetto a quelli di pieno campo che sono (1.000 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$). Sempre secondo During (1998) la ridotta capacità assimilativa è legata alla scarsa luminosità delle foglie in serra, pertanto l'aumento dell'intensità luminosa determina una foto inibizione del fotosistema 2.

La copertura degli impianti inoltre comporta una più bassa concentrazione di CO₂ rispetto all'esterno, nell'ordine del 20% circa (Di Lorenzo, 1990).

L'arricchimento di CO₂ in serra dalla piena fioritura alla raccolta comporta in diverse cultivar un anticipo della raccolta e un miglioramento della produzione in termini di peso dell'acino (Rong, 1998).

L'optimum di temperatura per la vite si aggira attorno ai 25°, valori superiori determinano già una diminuzione dell'attività foto sintetica (Mullin, 1992). La combinazione tra le alte temperatura e l'elevata luminosità deprime l'attività foto sintetica (During, 1988). È stato accertato che le temperature superiori ai 30° rallentano l'attività foto sintetica e influenzano negativamente l'accumularsi degli zuccheri nell'acino (Hale e Buttrose, 1974).

Addirittura con valori termici attorno ai 45° l'attività foto sintetica si riduce del 50% rispetto alle temperature ottimali, che, come detto, si aggirano attorno ai 25° (Mullins, l.c.).

L'eccessivo caldo durante la giornata influenza negativamente il comportamento fisiologico della pianta che può andare in stress. Le piante generalmente reagiscono modificando l'apertura e la chiusura degli stomi.

Un'irrigazione regolare non modifica i meccanismi fisiologici della pianta, mentre le condizioni di stress idrico del suolo esercitano un effetto positivo sugli scambi gassosi.

L'azione negativa delle alte temperature crea una depressione del processo fotosintetico dovuta ad elevata esposizione ad alti regimi termici. Infatti, in ambiente protetto la radiazione solare e il deficit della pressione di vapore, che governa l'evapotraspirazione, vengono condizionate dall'umidità del sub strato (Smart, 1973).

Ferrini (1995) ha evidenziato che forti differenze termiche tra piante allevate in serra a temperature attorno ai 35° per tutta la giornata, così come piante allevate in pieno campo con temperature attorno ai 20° si ripercuotono in maniera

negativa sulla fotosintesi. Inoltre si ritiene al carenza idrica aumenti l'efficienza fogliare dell'uso dell'acqua, in quanto si riduce il coefficiente di traspirazione, ovvero il rapporto tra la sostanza secca prodotta e l'acqua consumata (Ruhl, 1986). La scarsità di acqua influenza di più lo sviluppo vegetativo rispetto alla produzione dei carboidrati da parte delle foglie, anzi una volta raggiunto un sufficiente sviluppo fogliare, il deficit idrico può ridurre lo sviluppo dei germogli e quindi non compromette la funzionalità fogliare.

Addirittura Williams (1997) afferma che una diminuzione del livello medio ottimale dell'acqua dopo la allegazione può incrementare la fertilità delle gemme dell'anno successivo, senza ridurre la dimensione dell'acino e la produttività dell'anno in corso.

2. Effetti sul comportamento fenologico

Parecchi studi climatologici sono stati realizzati per evidenziare, definire e caratterizzare l'areale di coltivazione della vite. Essi prendono in esame alcuni indici bioclimatici che si basano sulla sommatoria delle temperature attive, indici eliotermici, anch'essi basati sull'efficacia delle medie e sulla durata del periodo di illuminazione favorevole alla pianta (Antonacci).

Generalmente in Europa viene considerato quale minimo vegetativo il valore di 10° e si mantiene per circa 7-10 giorni. Importanti sono anche i fattori derivanti dallo stimolo di alcuni ormoni, ad esempio le citochinine sintetizzate dalla radice e trasportati successivamente nella parte apicale della pianta. La distribuzione delle citochinine nelle gemme non è uniforme, in quanto generalmente quelle apicali ne ricevono in dosi minori, le quali in risposta a tutto ciò sintetizzano le IAA inducendo la dominanza apicale (Angelini, 2010).

Nella vite le gemme dormienti hanno un fabbisogno di freddo che viene soddisfatto esponendo la pianta a basse temperature (Kliewer, 1972). Diciamo che ancora non sono ben definiti i ruoli che le unità di freddo giocano in termini di valore termico e di durata del periodo nei confronti dello sviluppo della gemma. Vi è di certo che il mancato accumulo di ore ottimali di freddo si manifesta con un cattivo germogliamento, in germogli più ridotti e nella difformità del grappolo (Lavee, 1984). Tanto è vero che in

alcune regioni calde, la cui caratteristica è quella di avere inverni e autunni miti (ad es. California), questi problemi vengono risolti con l'utilizzo di cianamide idrogeno per ottenere un'uniformità di anticipo del germogliamento (Lavee, 1984).

Il germogliamento rappresenta una delle fasi fenologiche più importanti della pianta. Ed è qui che la temperatura dell'aria riveste un ruolo di primaria importanza (Tomasi, 2002). Alcuni studi hanno confermato l'importanza della temperatura dell'aria nelle diverse fasi fenologiche della vite. Infatti determinate temperature al momento della copertura sono certamente più alte rispetto al pieno campo nelle prime fasi di pre-germogliamento e germogliamento e, in questo caso, assecondano i processi idrolitici necessari all'evoluzione delle varie fasi. Infatti sarebbero proprio le alte temperature medie all'interno dell'apprestamento protettivo ad accelerare tutti i processi di germogliamento fino alla comparsa delle infiorescenze (Williams, 1995, Barbagallo 1993, Giuffrida 1999). L'azione della temperatura non è lineare, in quanto al di sopra o al di sotto di una certa soglia, l'effetto termico si riduce o addirittura si annulla. Per superare queste difficoltà diversi autori (Williams 1985; Fishman 1987; Young 1992 e Tesi 2001) convergono nello stabilire il momento in cui una determinata temperatura ha una reale azione e un suo livello di attività (Tomasi, l.c.). La diversa efficacia di temperatura al variare dei suoi livelli viene rappresentata con una funzione curvilinea data dall'evidenza della pianta al variare

dei valori termici. Secondo Tomasi (l.c.) il calcolo termico per raggiungere il germogliamento necessario va calcolato a partire da una data fisiologica e non generica, avendo dimostrato che nella pianta non vi è una memoria termica.

Infatti uno dei modi più semplici per valutare il peso della variabile termica consiste nel considerare la temperatura media giornaliera (media ponderata), utilizzata come base per il calcolo della temperatura media mensile. Il valore della temperatura media mensile viene assunto come misura convenzionale definita per il numero di termie realizzate nel mese.

Una termia è quindi pari ad un grado di temperatura media mensile. Il valore per termie in periodi inferiori al mese si ottiene considerando la frazione del mese ed effettuando il rapporto tra la temperatura media dei giorni del periodo e la lunghezza del periodo stesso rapportato al mese.

La vite compie il suo ciclo in un periodo compreso tra 100 e 140 termie, comprendendo tutta la variabilità che la vite manifesta nella sua esigenza termica, dall'individuo genetico più precoce a quello più tardivo (Liuni, 1991).

Un vitigno da cento termie precoci, quindi a ciclo corto, svolge sempre il suo ciclo secondo questa determinata quantità variando nei suoi diversi ambienti. In funzione della differente disponibilità termica dell'ambiente, nell'emisfero nord coincide con la data del primo gennaio, per quanto concerne la fase o momento zero di germogliamento bisogna dire che la data di riferimento per

il calcolo delle termie potrebbe variare da quella della defogliazione della vite a quella della potatura. Ma le esperienze hanno dimostrato che può essere assunta con efficacia la data del primo gennaio che risulta essere ottimale. Tale data svolgendosi nell'ambito di un ampio scarto termico, può essere modificata notevolmente nel tempo, in funzione della variazione termica apportata.

Per la misurazione dell'epoca di velocità nel raggiungimento del germogliamento il fattore temperatura rappresenta il parametro climatico più importante e anche per le successive fasi fenologiche. Ai fini di una buona fioritura del regolare processo fecondativo è necessariamente importante che la temperatura in serra non superi i 30°, onde per cui prima della fioritura è importante rimuovere il film plastico (Manzo, 1991). Vi è inoltre da dire che la permanenza della plastica fino alla maturazione riduce l'anticipo ottenuto e influisce negativamente sulla colorazione delle uve bianche.

Per quanto concerne l'influenza dello stato idrico suolo-pianta sul ciclo biologico annuale della vite, che si verifica durante le prime fasi della pianta, non si hanno restrizioni all'avvio della crescita espansiva e riproduttiva, mentre già dopo l'allegagione lo sviluppo vegeto-produttivo dipende più che dalla riserva idrica residua del suolo, dagli apporti irrigui che vengono realizzati.

In fase di germogliamento e fioritura non sono normalmente richiesti apporti irrigui per l'elevata dotazione idrica di cui il suolo dispone a seguito delle piogge

invernali. La fase dell'allegagione è invece più delicata, infatti il potenziale idrico del suolo non dovrebbe scendere sotto i 0,01MPa, al fine di assicurare all'acino l'idratazione necessaria per il conseguimento di un elevato tasso di moltiplicazione cellulare.

Nel periodo compreso tra l'allegagione e l'invaiaatura ha luogo il completamento e lo sviluppo della chioma, in particolare quello dei germogli anticipati (Williams, 1990).

Pertanto la gestione idrica può costituire un valido strumento di controllo della crescita dei germogli, ovvero del rapporto foglie/frutti e frutti/radici. Durante il periodo di stasi dello sviluppo della bacca e di rallentamento del tasso di crescita del germoglio, così come nel periodo tra invaiatura e raccolta, una limitata disponibilità idrica non compromette la performance vegeto-produttiva di *vitis vinifera* (Palma, 2000). Mentre il pieno sviluppo dell'acino risulta essere limitato per il verificarsi di un severo deficit idrico in fase di moltiplicazione cellulare: ovvero 4-5 settimane che seguono la fioritura. Infatti apporti idrici successivi, anche se abbondanti non sono in grado di compensare il gap indotto, imputabile principalmente a un ridotto numero di cellule nel frutto (Williams, 1997).

3. Effetti sul comportamento vegeto-produttivo

Nella vite i processi di sviluppo vegeto-produttivo sono fortemente influenzati dalle condizioni ambientali. In particolar modo dalla luce e dalla temperatura (Buttrose, 1968). Vi è da dire inoltre che l'aspetto vegeto-produttivo della vite allevata in serra o sotto apprestamenti protettivi risulta essere, dai dati bibliografici, contrastante tra i loro.

Ciò influisce molto sia sui germogli che sulla produzione di sostanza secca. Si nota, infatti, anche che la radiazione solare cumulata influisce sulla competizione trofica dei germogli (Lebon *et al.* 2004; Palma 2000).

Secondo Lebon l.c. la superficie fogliare del germoglio risulta maggiore nelle condizioni della vite allevata in serra, rispetto a quella coltivata in pieno campo. Si osserva che l'architettura della pianta viene determinata dalla competizione trofica dei germogli: essa dipende dal numero di gemme latenti lasciate con la potatura e dalle riserve della pianta che differiscono rispetto a quelle di pieno campo. Mentre la variabilità di sviluppo dei germogli secondari è dovuta in parte alle differenze nell'epoca di germogliamento sui diversi germogli.

Sull'accrescimento dei germogli si è potuto constatare che esiste una correlazione molto forte con la temperatura media mensile, rispetto alla singola temperatura del giorno (Takagi, 1982).

Ciascun germoglio ha un proprio sviluppo potenziale che dipende dalla competizione interna al germoglio e tra i

diversi germogli, oltre alle condizioni ambientali (Lebon, l.c.). Mentre lo sviluppo dell'asse è stabile, l'architettura del germoglio sembra dipendere da parti già esistenti; oltre alla nuova produzione e include la struttura terziaria e gerarchica degli assi.

Tutto ciò conferisce una certa plasticità architettonica alla vite capace di rispondere alle più svariate condizioni ambientali. Nella vite, poiché la crescita prodotta in un anno viene rimossa con la potatura, si può dire che l'architettura non dipende dall'accumulo e dalla struttura annuale come nelle specie arboree. In questo senso lo sviluppo della vite è paragonabile a quello di una pianta annuale in cui le gemme latenti svolgono un ruolo significativo, considerato che lo sviluppo delle gemme e quindi, delle femminelle, dipende dal grado di sviluppo della pianta e dalla competizione trofica tra i germogli.

L'elevato regime termico prodotto dalla copertura modificherebbe, inoltre, gli equilibri sources-sinks come evidenziato da Sepulveda (1986) in termini acropeti, cioè facilitando il richiamo in direzioni degli apici in accrescimenti, piuttosto che verso gli organi di riserva. I germogli più sviluppati prendono vantaggio per il loro potere di assorbire più nutrienti (Miuller, 1996). Il vigore della pianta espresso in termini di circonferenza del tralcio ha effetti sulla percentuale di gemme cieche (Di Lorenzo, 2002).

Infatti piante con basso vigore (circonferenza del tralcio minore di 250mm) ed alto vigore (maggiore di 300mm),

presentano la percentuale di gemme cieche più alta. La competizione trofica dipende anche dal numero di grappoli per germoglio (Leborn, 2004). La temperatura dell'aria gioca un ruolo principale sullo sviluppo dell'asse.

Secondo Keller e Koblet (1995) in condizioni di moderata luminosità ed in presenza di elevato apporto di azoto (N), l'allocazione dei carboidrati e dei nutrienti è indirizzata verso lo sviluppo vegetativo annuale, a discapito delle parti produttive e perenni della pianta. La vigoria e la vegetazione esuberante si contrappongono ad uno sviluppo deficiente delle radici che compensa a sua volta l'eccedenza di fotoassimilati nei tralci (Williams, 1988). Queste condizioni stimolerebbero maggiormente l'attività vegetativa, in contrasto con quella produttiva che trova conferma in un'ampia bibliografia, anche se esistono delle eccezioni secondo le quali la vite allevata in ambiente protetto esalta l'intero vigore vegeto-produttivo (Novello, 1999). In diverse prove, nel caso della *cultivar matilde*, un'azione stimolante della copertura sui tassi di crescita dei germogli, la cui lunghezza finale è maggiore rispetto a quella di pieno campo ed un aumento di numero e dimensioni delle foglie, stimolano nei germogli un allungamento degli internodi e un incremento della superficie fogliare.

Inoltre c'è da dire che l'elevato regime termico e il ridotto regime luminoso e un minore apporto di radiazione ultravioletta determinato dalla protezione, porta a un accorciamento vitale del ciclo della pianta. La superficie

fogliare gioca un ruolo chiave sulla produttività in quanto controlla l'intercettazione della radiazione solare. Nella vite, essendo specie decidua, la crescita durante la stagione in corso consiste nella crescita dei germogli a partire dalle gemme ibernanti formate durante l'anno precedente. Nella vite, inoltre, il tasso di produzione delle foglie espanse, è stato dimostrato, dipende dalle temperature dell'aria; infatti l'individuazione dei ritmi di produzione dei primordi delle foglie e delle foglie ben aperte sono ancora argomento di dibattito.

È stato dimostrato che il numero delle foglie del tralcio, la cui superficie incide sul totale della pianta dal 10% al 50%, dipende oltre che dalla temperatura dell'aria, da una serie di fattori, in primis il sistema di allevamento, il vigore della pianta, l'intensità della potatura e il genotipo (Palliotiet *et al.*, 2000).

Inoltre si evidenzia che quando la domanda evaporativa è particolarmente elevata e la perdita traspirativa può risultare non compensata dalla capacità di assorbimento idrico radicale, la pianta manifesta fenomeni di stress. Già nei primi mesi della stagione vegetativa con la riduzione dell'angolo tra la foglia e il picciolo e con la distinzione degli internodi, fenomeni di stress idrico subito dopo l'invasatura possono causare filloptosi, sia sulle foglie basali che sulle foglie delle femminelle non lignificate (Williams, 1990).

Vi è inoltre da dire che la copertura e il mantenimento di condizioni termiche costanti in determinati periodi

favoriscono la temperatura ottimale tra i 25°-30° delle radici che possono determinare una maggiore crescita dei germogli traducendosi in una maggiore produzione di sostanza secca (Kubota, 1998). Si è inoltre constatato che la tipologia dei diversi materiali di copertura ha un'influenza diversa sull'accrescimento del germoglio, che a sua volta si differenzia al variare delle varietà considerate. Ad esempio sulla cultivar Vittoria l'andamento è risultato invertito, ovvero si è assistito ad una maggiore crescita del germoglio nelle tesi protette con teli, aventi una efficacia termica inferiore, il che significa che la risposta vegetativa alla copertura dipende, a parità di altri fattori, anche dal genotipo (Kimura e Kawabuchi, 1992).

La copertura ha certamente un'influenza sulle caratteristiche della produzione, nell'ottica della qualità del prodotto, a seconda delle variabili e delle varietà considerate in rapporto al clima. Ad esempio in condizioni climatiche caratterizzate da costanti piogge, si è notato che la copertura contribuisce alla protezione delle infiorescenze, evitando così la formazione di grappoli malformati, dovuta alla perdita dei fiori. Altresì risultano pure gli effetti negativi di elevate temperature che possono verificarsi in ambiente protetto durante il periodo di fioritura (Di Lorenzo, 1998). Ad esempio temperature dell'aria superiori ai 30° possono compromettere il processo di antesi e determinano il fenomeno della colatura dei fiori. Addirittura Kliewer (1977) osserva come nelle fasi successive alla fioritura fino alla raccolta le temperature superiori ai 32°

incidono negativamente sia sul peso fresco, che sul volume dell'acino. Queste infatti avrebbero ripercussioni dirette sulle dimensioni finali dell'acino; acino che a temperature attorno ai 25°, dallo stadio di prefioritura fino alla raccolta, risulta essere più grande. Inoltre Takagi (1982) precisa che le alte temperature notturne, comprese tra le ore 00:00 e le ore 6:00, siano positive per l'allegagione. Così come le basse temperature medie giornaliere lo siano per la fioritura.

Lo stesso autore non ha trovato una correlazione tra la temperatura e il numero di semi per acino. Anche per le altre varietà apirene e non, la copertura ha determinato maggiori pesi medi della bacca e del grappolo (Colapietra, 1997).

In sintesi si può riscontrare una ricaduta positiva derivante dall'influenza della copertura sulla percentuale di allegagione, sul peso dell'acino e sul relativo contenuto in zuccheri. Mentre dalla bibliografia risulta unico l'effetto negativo delle alte temperature sulla formazione di antociani a livello di buccia (Kliewer, 1977). Inoltre elevate e medie termie giornaliere nella fase di raccolta fanno sì che nelle varietà rosse vi sia un abbassamento del contenuto di antociani nelle bucce; mentre queste ultime non influenzano le percentuali di zuccheri solubili del succo.

Lo stesso Kliewer l.c. ha evidenziato che i fattori che favoriscono l'accumulo di carboidrati nei tessuti delle piante sono rappresentati dall'elevata luminosità, elevata superficie fogliare e bassi contenuti di azoto nel suolo.

Questi fattori sono associati ai processi di sintesi degli antociani, il cui contenuto risulta essere correlato ai tenori di zuccheri.

L'elevate temperature, più della scarsa luminosità, influenzano i contenuti in zuccheri e di antociani negli acini. Riducendo gli antociani l'esposizione continua ad elevati regimi termici compresi tra 35° e 42° durante la maturazione, associata ad un'alta luminosità ambientale, bloccherebbe in maniera irreversibile i sistemi enzimatici responsabili della formazione degli antociani e zuccheri nella bacca.

Sono invece reversibili le alterazioni al sistema enzimatico per analoghe condizioni termiche, associate invece a basse intensità luminose.

Il deficit idrico nei vitigni da uva da tavola è in grado di limitare la produttività della pianta, soprattutto lo sviluppo delle dimensione della bacca e del grappolo, con riflessi negativi per quanto riguarda il profilo qualitativo del prodotto.

Anche nel quadro acidico del succo sono emerse differenze tra coltura protetta e pieno campo, infatti si sono riscontrati dei decrementi maggiori in acidità nella fase precedente la raccolta nelle colture protette rispetto al pieno campo (Uzun, 1993).

Alcuni autori affermano che le alte temperature in tutti gli stadi di sviluppo dell'acino determinano bassa acidità della raccolta.

Come si evidenzia in alcuni casi i risultati apparentemente contrastanti sul comportamento vegeto-produttivo della vite coltivata in ambiente protetto è attribuibile alla complessità del sistema creato con la copertura, ove si trovano in combinazione moltissimi fattori che determinano estrema eterogeneità nelle condizioni delle prove. Certamente sono le singole condizioni create nello specifico ambiente protetto ad influenzare le attività della pianta, onde per cui è importante l'osservazione del comportamento della vite e la sua caratterizzazione da una zona all'altra. Atteso ciò è indispensabile valutarne in particolare il suo comportamento. Infatti nel nostro ambiente mediterraneo gli effetti della protezione sulla vite caratterizza le caratteristiche quali-quantitative della produzione stessa, le quali al variare delle condizioni di partenza risultano essere più eterogenee in funzione della varietà e degli ambienti considerati. Alle nostre longitudini la funzione principale della copertura è quella di creare un anticipo della raccolta e in quest'ottica anche la qualità del prodotto che si ottiene va valutata in termini del rapporto qualità-prezzo.

Capitolo Terzo

PARTE SPERIMENTALE

Premessa e obiettivi

La coltivazione in serra nasce dall'esigenza di anticipare quella di pieno campo, così come la coltivazione con la copertura sia essa in tendoni, o in serra, o sotto fotovoltaico.

Quest'ultima nasce dall'esigenza dettata dal mercato dell'uva da tavola, che si indirizza sempre più verso la produzione extra-stagionale, soprattutto in termini di precocità di raccolta, in grado di garantire all'imprenditore maggiori utili.

Il progetto di ricerca nasce con l'obiettivo di verificare lo sfruttamento della SAU in serra con copertura della stessa tramite pannelli fotovoltaici, al fine di generare un incremento di reddito/ha derivante dall'utilizzo di energie alternative e, specificatamente, da energia fotovoltaica.

La ricerca, nella sua impostazione generale, ha trattato alcune delle problematiche relative alla coltivazione dell'uva da tavola sotto fotovoltaico.

L'attenzione che è stata rivolta a questo tipo di coltivazione è, come accennato precedentemente, volta oltre che all'aspetto produttivo, alla salvaguardia dell'ambiente.

Per mettere in evidenza alcune peculiarità della coltivazione dell'uva da tavola sotto fotovoltaico sono stati valutati:

- a) il confronto tra i due ambienti produttivi (sotto fotovoltaico e pieno campo);
- b) gli effetti della copertura (fotovoltaico) sulle condizioni ambientali;
- c) il comportamento eco-fisiologico delle cultivar Vittoria e Regal;
- d) il comportamento fenologico e vegeto-produttivo delle due cultivar.

L'attività di ricerca ha voluto studiare come detto le potenzialità fisiologiche della pianta in ambiente sotto fotovoltaico, assumendo la risoluzione dei problemi agronomici partendo dalle interpretazioni dei fattori di crescita. In particolare si è cercato di conoscere i fattori che intercorrono in ambiente sotto fotovoltaico.

In una fase successiva della ricerca i parametri climatici analizzati sono stati messi in relazione alla fenologia delle cultivar Regal e Vittoria, scelte per l'elevata plasticità, e per l'adattamento a questo specifico ambiente.

Le attività di ricerca condotte nel triennio 2012-2014 si sono svolte presso due Aziende ubicate nella provincia di Agrigento in località Favara (Lat. 37.259766 e Long. 13.671467) e Porto Empedocle (Lat. 37.324519 e Long. 13.499892). Entrambe le Aziende di 5 ha di superficie sono di proprietà dell'imprenditore Iacolino. Le cultivar impiantate sono state Vittoria e Regal.

1. Materiali e metodi

L'Azienda Iacolino sito della sperimentazione nel triennio 2012-2014 ricade nel comprensorio dell'IGP Canicattì, situata ad una quota di 70 m sopra il livello del mare.

All'interno dell'Azienda, dove è stata realizzata una struttura in pannelli fotovoltaici, sono state portate avanti le attività a carattere sperimentale per la coltivazione dell'uva da tavola sotto pannelli fotovoltaici.

Si è scelto di studiare la cv con semi "Vittoria", caratterizzata da elevata precocità genetica e buona produttività, e la cv "Regal" apirena che ben si adatta alla coltivazione in ambiente protetto per l'anticipo della raccolta. Il campo fotovoltaico è stato diviso in 2 settori per consentire una gestione separata delle tecniche colturali.

Il sistema di allevamento è quello a tentone (con disposizione della vegetazione in orizzontale) dove il tralcio produttivo principale lasciato sulla pianta viene curvato sul filo orizzontale ad un'altezza dal colletto della pianta di 150 cm sul quale vengono lasciate 9-12 gemme. La struttura presenta coppie di fili fissi che consentono il condizionamento della vegetazione nella fase di sviluppo vegetativo.

L'investimento per unità di superficie nell'impianto in oggetto è pari a 1 pianta/11,2m², utilizzando sesti d'impianto di 3,50x3,20 m.

La gestione delle piante è avvenuta prevedendo interventi di scacchiatura, di rimozione dei germogli doppi e/o sterili, lasciando mediamente 8-9 germogli per capo a frutto.

Ad allegagione avvenuta, si è intervenuto definendo il carico produttivo della pianta rimuovendo le infiorescenze in eccesso o quelle la cui fioritura non ha avuto buon esito: per pianta sono stati lasciati in media 8 grappoli.

È stata utilizzata una soluzione nutritiva differenziata tenendo conto delle diverse esigenze nutrizionali della vite durante il ciclo vegeto-produttivo. Sono stati impiegati concimi semplici ad elevata solubilità comunemente utilizzati per la gestione della fertirrigazione.

Partendo da due soluzioni madre con concentrazione 1:100 si è, tramite un fertirrigatore computerizzato, controllato il pH e la EC della soluzione in uscita dall'impianto.

Il valore della reazione pH dell'acqua di partenza è stato modificato acidificando l'acqua di irrigazione e portandolo al valore di 5,8 stabilito per la soluzione nutritiva.

L'aumento di EC dovuto ai concimi aggiunti nella soluzione nutritiva finale somministrata alle piante è mediamente di 1,0 pertanto si è lavorato con valori medi di EC di 3,0 mS/cm.

Le analisi dell'acqua di partenza hanno evidenziato valori della reazione pH e di conducibilità elettrica (EC) rispettivamente di 7.2 e 2,14 mS/cm mentre i sali disciolti sono di 1205.1 mg/l.

La distribuzione della soluzione nutritiva è avvenuta tramite un impianto irriguo realizzato con tubazione in PE di colore nero con diametro di 20 mm e gocciolatori della portata di 15 l/h (distanziati tra di loro a 50 cm).

Nel periodo marzo-agosto che corrisponde al ciclo primaverile-estivo svolto dalle piante sotto fotovoltaico, si è voluto studiare il comportamento vegeto-produttivo delle due cultivar presenti in Azienda.

Su un campione rappresentativo di 20 piante in totale sono state rilevate le fasi fenologiche delle ultime 12 gemme del tralcio e, seguendo lo schema della “Scala BBCH per la vite” è stata definita la durata dei relativi intervalli fenologici.

Definita l’epoca del germogliamento, sulle stesse piante è stato determinato il numero di gemme attive, di germogli totali e di infiorescenze, la percentuale di germogli doppi, germogli sterili e di gemme cieche.

Nella fase di pea-size è stato effettuato il diradamento dei grappoli lasciando un numero di grappoli in equilibrio con il vigore della pianta ed è stata determinata la fertilità potenziale (n° di infiorescenze/ n° germogli).

Nei diversi intervalli fenologici (germogliamento-fioritura, fioritura-invaiatura, invaiatura-raccolta) è stato determinato l’accrescimento dei germogli in base alla loro posizione sul tralcio (apicale, mediale, basale); è stata inoltre determinata la superficie fogliare (cm²) sia dell’asse che delle femminelle sempre in relazione alla posizione del germoglio sul tralcio; la lunghezza del germoglio, la

lunghezza totale delle femminelle e la lunghezza delle infiorescenze.

Alla raccolta si è provveduto alla valutazione della produzione di uva sia in termini quantitativi, che qualitativi.

Su un campione rappresentativo di 20 germogli suddivisi in base alla posizione sul tralcio (apicale, mediale, basale), è stata rilevata la superficie fogliare sia dell'asse che del germoglio.

Dai germogli sopra menzionati, sono stati raccolti i grappoli e in base alla loro posizione sul tralcio, sono state eseguite le seguenti valutazioni: peso grappolo e numero di acini e acinelli.

Su un campione rappresentativo di 100 acini suddivisi in base alla posizione del grappolo, è stato determinato: peso, diametro polare ed equatoriale, forma acino (D_p/D_e), classe di frequenza in base al peso dell'acino.

Per quanto riguarda i parametri qualitativi dell'uva, su un campione di 100 acini, è stato determinato il grado °Brix (mg zucchero/100 ml), acidità titolabile ed il rapporto zuccheri/acidi.

I dati sono stati sottoposti ad analisi statistica descrittiva e all'analisi della varianza ad una via (Anova). Utilizzando Systat 2013. La differenza tra le medie è stata calcolata con il test di tukey per $\alpha=0.05$ (differenze significative) e $\alpha=0.01$ (differenze altamente significative).

Lo studio della caratterizzazione climatica dei due siti oggetto della sperimentazione è stato condotto attraverso osservazione ed analisi dei dati raccolti tramite DataLogger

1650. Gli strumenti, sono stati ubicati all'interno della copertura fotovoltaica e all'esterno, posizionati all'altezza di 150 cm (cioè a livello del capo a frutto) e hanno rilevato durante tutto l'arco della sperimentazione gli indici di temperatura (°C), umidità relativa (%), radiazione solare (SRD) espressa in Watt/mq, flusso foto sinteticamente attivo (PAR) espresso in $\mu\text{m}/\text{m}^2\text{ s}^1$.

Il parametro PAR è stato suddiviso in 6 classi (I <120, II 120-340, III 341-560, IV 561-780, V 781-1000, VI >1001).

Per quanto concerne lo studio eco-fisiologico della vite sono stati misurati su 6 piante per cultivar gli scambi gassosi e il potenziale fogliare rispettivamente con un misuratore-gas ciras e con una camera a pressione tipo SCHO Lander. Il ciras è dotato di una cuvette con cui vengono misurati gli scambi gassosi al livello della foglia.

La superficie della foglia interessata dalla cuvette è di $2,5\text{ cm}^2$ ed il tempo richiesto per effettuare una singola lettura è stato di 60 secondi. In tre momenti della giornata (ore 10:00;12:00 e 14:00) è stato determinato il flusso fotonico foto sinteticamente attivo (PPFD). I rilievi con ciras, effettuati nell'intervallo fenologico hanno riguardato le foglie della porzione basale e mediana del germoglio, sia durante la fase di allegagione che durante l'invaiaitura. Sono state selezionate in entrambi i casi foglie bene esposte alla luce rispettando durante il rilievo l'orientamento naturale della foglia. Le letture effettuate con ciras relative al flusso fotonico foto sinteticamente attivo (PPFD) sono state messe in relazione con altri valori rilevati in altri stadi fenologici.

2. Panorama sull'applicazione del fotovoltaico

Il rapporto Word Energy Outlook 2011 evidenzia come il numero di persone nel mondo senza accesso all'elettricità rimane ancora elevato: 2,3 miliardi circa, cioè il 20% della popolazione mondiale. Secondo tale rapporto, benché dal 2009 la ripresa mondiale sia stata disomogenea, e le prospettive economiche restino incerte nel 2012, la domanda di energia primaria è tornata a crescere del 5%.

In un contesto così promettente, le rivalità in alcune aree del medio oriente e Nord Africa, hanno sollevato dubbi sull'affidabilità delle forniture energetiche.

Le preoccupazioni legate alla crisi dei debiti sovrani e l'integrità degli Stati coinvolti hanno creato non pochi problemi per gli obiettivi WTO sull'energia concordati a livello globale.

Le dinamiche dei mercati energetici sono sempre più determinate dai Paesi non OCSE.

Nel periodo compreso tra il 2010 ed il 2035, i paesi non OCSE sono responsabili del 90% della crescita demografica e del 70% dell'attività economica e rappresentano il 90% della domanda globale di energia.

Le previsioni dell'IEA (International Energy Agency) attraverso il rapporto WTO 2011, mettono in evidenza come l'era dei combustibili fossili non sia ancora finita.

Nel settore elettrico le tecnologie rinnovabili si prefiggono di soddisfare il 50% della domanda nel più breve

periodo; tuttavia, la flessione dei mercati può attenuare la richiesta di energia.

La quota delle fonti rinnovabili, nella generazione cresce del 3% del 2009 al 15% nel 2035, sostenuta dai sussidi annuali che aumentano di quasi 5 volte fino a 180 miliardi di dollari.

Produrre più energia elettrica da fonti rinnovabili richiede investimenti nella rete di distribuzione dell'energia prodotta, pari a circa il 25% (o più) dell'investimento totale, mentre appaiono rosee le prospettive del gas naturale, il cui quantitativo in un futuro sembra raddoppiare. Si stima inoltre che nel 2035 la Russia sarà il primo produttore seguito da Cina, Qatar, Stati Uniti e Australia.

Infine, l'incidente nucleare di Fukushima Dauchi ha sollevato molti interrogativi circa il futuro ruolo dell'energia nucleare, anche se Cina, India, Russia e Corea stanno guidando l'espansione di questa fonte; infatti, la quota di energia nucleare prodotta in questi paesi sta aumentando del 70%.

Inoltre, in funzione dei cambiamenti climatici, durante la conferenza di Kyoto tenutasi nel novembre del 2010 a Cancun-Messico, sono stati assunti ulteriori impegni rispetto a quelli assunti precedentemente nel corso della conferenza di Copenaghen. Quanto deciso a Kyoto è stato successivamente riconfermato nella conferenza di Durban del 9 dicembre 2011 confermando le politiche tendenti all'abbassamento delle emissioni globali di inquinanti, di cui l'Europa è responsabile per l'11%.

In questo scenario, previa analisi strategica della situazione energetica, il Consiglio ed il Parlamento europeo hanno emanato una comunicazione (direttiva 2009/28/CE del 23/04/2009 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili) che contiene un pacchetto integrato di misure che costituiscono la politica energetica europea.

La Commissione Europea, in osservanza a tale comunicazione ha fissato i seguenti obiettivi futuri:

1. ridurre del 30% le emissioni di gas serra entro il 2020, rispetto ai livelli censiti nel 1990;
2. abbassare i costi delle materie prime per produrre energia a più basso costo;
3. finanziare agevolazioni per la produzione di energie alternative rinnovabili.

Tutto ciò anche al fine di realizzare ulteriori risparmi energetici negli edifici (abitazioni, industrie, serre, etc...).

L'Italia, a sua volta, si prefigge di arrivare al 2020 ad una quota del 17% dell'apporto di energia derivante da produzione alternativa, sul totale di energia prodotta e consumata, con una riduzione entro il 2020 del 13% del gas serra prodotto.

Nel quadro normativo nazionale si annoverano i seguenti riferimenti legislativi:

1. PAN (Piano di Azione Nazionale) per le energie rinnovabili del 30/06/2010;
2. Decreto Legislativo del 03/03/2011 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e

successiva abrogazione della direttiva 2001/77/CE e 2003/30/CE del 3 marzo 2011.

L'Italia, nel mese di luglio 2010, ha presentato il PAN per lo sviluppo delle fonti rinnovabili e per sviluppare i consumi delle FER ed il raggiungimento degli impegni entro il 2020.

Anche qui in conformità con gli obiettivi europei, il raggiungimento di energia proveniente da fonti rinnovabili per il 2020 è del 17% ed è previsto il Burden Sharing e la regionalizzazione dei consumi finali fino al 2020. Lo stesso stabilisce cosa succede nel caso in cui una regione non consegua l'obiettivo prefissato.

La Sicilia che parte da un dato di riferimento pari a 2,7% di utilizzo di energia proveniente da fonti rinnovabili nel 2012, dovrà raggiungere prima il 7% e poi, nel 2020 il 16%. Il tutto è stato stabilito in conferenza Stato-Regioni.

Il Piano energetico ambientale della Regione Siciliana (PEARS) è stato approvato con delibera della Giunta regionale del 09/03/2009.

Le linee d'indirizzo proposte entro l'arco temporale del 2012 costituiscono il quadro normativo di riferimento dell'azione amministrativa della Regione.

La Regione Siciliana mira a rendere più efficienti, pulite, e sicure le fonti rinnovabili di energia distribuite sul territorio, in un'ottica o modello di sistema. Il provvedimento mira al conseguimento dei seguenti obiettivi:

1. promuovere una forte politica del risparmio energetico;

2. favorire le condizioni di continuità degli approvvigionamenti energetici ed un più libero mercato;
3. favorire la ricerca per le produzioni compatibili con l'ambiente;
4. promuovere l'innovazione tecnologica con l'introduzione di tecnologie pulite per le produzioni energetiche;
5. favorire programmi coordinati tra le Regioni per il raggiungimento degli obiettivi di Kyoto;
6. sostenere il completamento delle opere per la metanizzazione dei comparti terricoli di rilievo;
7. promuovere gli impianti alimentati da biomasse che utilizzano biocombustibili ottenute da piante oleaginose per la produzione di calore;
8. contribuire ad uno sviluppo sostenibile di tutto il territorio regionale;
9. promuovere una politica di forte risparmio energetico ed elevare gli standard tecnologici e produttivi;
10. favorire il decollo delle filiere agroproduttive industriali per una crescita competitiva;
11. favorire l'implementazione del settore;
12. incentivare l'accumulo di energia prodotta da fonti rinnovabili: geotermica, eolica, solare, etc...

Una classificazione ripresa dall'art. 2 comma 1 lettera a) del D.lgs 29/12/2003 n. 387 e dall'attuazione della Direttiva CE n. 77/2001 sulla promozione dell'energia proveniente da fonti rinnovabili. Tutto ciò porta all'attuazione di una legislazione italiana atta ad una serie di incentivi attraverso

il sistema dei certificati verdi e ad una incentivazione degli impianti fotovoltaici con il meccanismo del conto energia (GSE).

Con il decreto ministeriale del 5 maggio 2011 viene ridisegnato il sistema degli incentivi pubblici per la produzione di energie rinnovabili da fonte solare-fotovoltaico, contenuto nel D.M. del 6/8/2010 (terzo conto energia). Con l'entrata in vigore di questo decreto possono usufruire degli incentivi:

- i sistemi con tipologia di impianti fotovoltaici piccoli e grandi;
- i sistemi integrati;
- i sistemi a concentrazione;
- i sistemi con innovazione tecnologica.

Per il 2011 la tariffa incentivante entra in vigore alla data di entrata in funzione dell'impianto.

La Sicilia si colloca al quattordicesimo posto in Italia per numero e superfici di impianti. In Italia, al 30 settembre 2010, sono stati superati i 100.000 impianti fotovoltaici; secondo i dati GSE i 100.000 impianti, hanno registrato una potenza superiore ai 2500 MW. Gli incentivi hanno fatto lievitare ulteriormente il numero di impianti successivamente istallati.

Esempi di distribuzione degli impianti autorizzati per provincia in Sicilia, dato aggiornato al giugno 2011:

PROVINCIA	% SU TOTALE
AG	18
CL	5
CT	10
EN	7
ME	3
PA	14
RG	17
SR	15
TP	11

La percentuale del fotovoltaico in Sicilia sul totale delle fonti di produzione di energia rinnovabile è dell'85%. Il numero totale di impianti è pari a 403. La potenza degli impianti autorizzati a Giugno è di 196,6 MW.

Si è quindi passati dallo 0% del 2005 ad un trend percentuale di + 726 del giugno 2011.

Rispetto alla superficie, la Sicilia con il dato 19,3 KW/Kmq si posiziona all'undicesimo posto in Italia, quindi al disotto della media nazionale.

Anche per quanto riguarda la produzione di energia da fotovoltaico, è all'undicesimo posto con 97,2 GWh (anno 2010), a fronte di una produzione complessiva in Italia pari a 1.905 GWh (anno 2010). La produzione siciliana di energia da fotovoltaico incide sul totale nazionale prodotto per circa il 5%:

Distribuzione percentuale dell'energia prodotta dalle province siciliane da impianti fotovoltaici:

PROVINCIA	PRODUZIONE ANNO 2010 GWH (A)	(A) PRODUZIONE ITALIANA % (B)
AG	17,6	0,93
CL	6,4	0,34
CT	8,1	0,42
EN	2,9	0,15
ME	7,4	0,39
PA	9,2	0,48
RG	23,6	1,4
SR	8,3	0,44
TP	8,3	0,44
TOTALE	97,2	5,11

Impianti autorizzati in Sicilia ai sensi del D.lgs n. 387/2003:

PROVINCIA	NUMERO	POTENZA
AG	57	117
CL	19	33
CT	37	77
EN	25	58
ME	6	2
PA	46	69
RG	63	155
SR	56	112
TP	34	99
TOTALE	343	726

In Sicilia la ripartizione della potenza per settore di attività è così composta: agricoltura (17%), terziario (13%), domestico (19%) e industria (5%). Lo spazio occupato a terra in Sicilia per impianti fotovoltaici è pari a 2,33 ha/MW; sul totale quelli a terra sono il 50,6% mentre quelli non a terra il 49,4%

Potenza e numero di impianti fotovoltaici nel settore
agricolo:

PROVINCIA	NUMERO	POTENZA
AG	16	7,2
CL	13	1,3
CT	17	0,4
EN	10	0,1
ME	9	0,1
PA	20	0,8
RG	41	9,2
SR	24	5,9
TP	28	2,2
TOTALE	178	27,2

3. Il IV Servizio Interventi di Sviluppo Rurale ed Azioni Leader dell'Assessorato Agricoltura e Foreste della Regione Siciliana

La misura 311/B *diversificazione verso attività non agricole* – Azione B (Produzioni di energia da Fonti Rinnovabili) – del Programma di Sviluppo Rurale 2007-2013 (PSR Sicilia) è stata attivata con un bando in regime di aiuto temporaneo e un bando in regime “de minimis” ed una dotazione complessiva di € 18.000.000,00 (di cui € 11.800.000 in regime “de minimis” ed € 6.200.000 in regime temporaneo).

Il Bando a regime temporaneo (cioè fino a € 500.000,00 di contributo pubblico concesso) si è chiuso in data 30/08/2010:

- Le istanze pervenute sono state n. 42, per un importo totale richiesto di € 7.877.319,12;
- Le istanze ammesse sono state n. 31, per importo totale richiesto di € 6.599.934,61 e concesso, con decreto di finanziamento, di € 6.037.545,57;
- Le risorse erogate al 31.03.2013 (elenchi trasmessi ad AGEA) sono pari a € 3.465.995,28.

Il Bando a regime “de minimis” (cioè fino a € 200.000,00 di contributo pubblico concesso), attivato con procedura valutativa a “bando aperto”, è suddiviso in tre sottofasi:

- la I sottofase si è chiusa in data 30/08/2010:

– Le istanze pervenute sono state n. 47, per un importo totale richiesto di € 7.324.592,42.

– Le istanze ammesse sono state n. 30, per importo totale richiesto di € 4.153.283,49 e concesso, con decreto di finanziamento, di € 4.066.098,59;

– Le risorse anticipate ed erogate al 31/03/2013 (trasmessi con elenchi ad AGEA) sono pari a € 1.881.964,16.

- la II sottofase si è chiusa in data 27/02/2012:

– Le istanze pervenute sono state n. 644, per un importo totale richiesto di € 79.530.601,06;

– Le istanze ammesse sono state n. 396, per importo totale richiesto di € 52.162.074,96;

– Istruttoria delle istanze in corso presso le SOAT

- la III sottofase è stata sospesa, visto che le richieste pervenute superano la dotazione finanziaria del bando.

La misura 312/B – *sostegno alla creazione e allo sviluppo di micro-imprese* – Azione B del medesimo programma – PSR Sicilia 2007-2013 (Produzione e vendita di energie da fonte rinnovabili) è stata attivata con “bando aperto” suddiviso in tre sottofasi ed una dotazione complessiva di € 14.448.430,50:

- la I sottofase si è chiusa in data 02/04/2012:

– Le istanze pervenute sono state n. 35, per un importo totale richiesto di € 4.800.066,63;

– Le istanze ammesse sono state n. 13, per importo totale richiesto di € 1.444.937,45;

- la II sottofase si è chiusa in data 31/08/2012:
 - Le istanze pervenute sono state n. 10, per un importo totale richiesto di € 1.330.876,99;
 - Le istanze ammesse sono state n. 6, per importo totale richiesto di € 928.273,73;

Le istanze della I e II sottofase sono in corso di istruttoria.

- la III sottofase è stata avviata in data 03/12/2012 e si è conclusa in data 18.03.2013.
 - Le istanze pervenute sono state n. 273, per un importo totale richiesto di € 39.430.886,67.

Tab.1 - Indicazioni per la redazione del piano agronomico

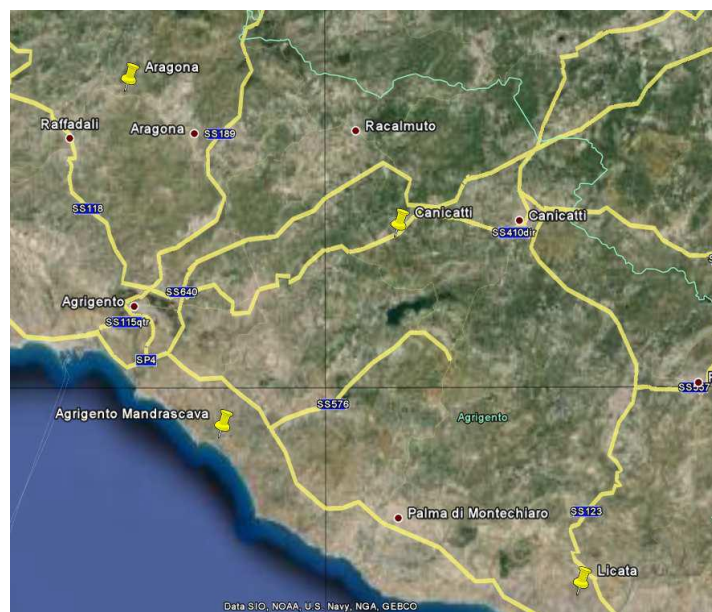
COLTURE POLIENNALI	COLTURE A CICLO BREVE
Durata della coltura	Piano agronomico quinquennale
Specie coltivata	Specie coltivate
Sesto d'impianto	Avvicendamento colturale
Ciclo colturale	Sesto d'impianto per le singole specie
caratteristiche dell' impianto d'irrigazione	Ciclo colturale per le singole specie
Indicazioni sulle fonti di approvvigionamento idrico	caratteristiche dell' impianto d'irrigazione
Stima della produttività	Indicazioni sulle fonti di approvvigionamento idrico
-----	Stima della produttività per singola coltura

4. Caratterizzazione climatica dei campi oggetto della sperimentazione

Ai fini della ricerca in cui si evidenzia lo sviluppo fisiologico della pianta in base alla caratterizzazione climatica sotto fotovoltaico nei due campi di Porto Empedocle e Favara, sono stati presi in considerazione i dati climatici delle stazioni regionali di agrometeorologia situate nei pressi dei due campi.

I dati ottenuti riguardano i parametri di Radiazione Solare, Direzione Vento, Velocità Vento max e media, Temperatura min e max, Umidità Relativa min e max, Precipitazioni, Evapotraspirazione rilevati dalle stazioni di Agrigento (Mandrascava) e Aragona (Torre Salto).

Fig. 1 - Ubicazione planimetrica delle stazioni



Lo studio ha previsto per i tre anni di sperimentazione (2012-2014) la raccolta dei parametri climatici osservati all'interno dei campi quali umidità relativa, temperatura media, massima e minima dell'aria monitorati tramite DataLogger aventi una rilevazione oraria dei valori di temperatura espressa in gradi centigradi e dell'umidità relativa espressa in percentuale.

Per l'intero triennio di sperimentazione e per mese sono state calcolate le medie con i relativi errori standard di tutti i parametri considerati. Sono state inoltre rilevate le variazioni giornaliere ed orarie della temperatura dell'aria sotto fotovoltaico e in pieno campo. Infine i parametri suddetti sono stati valutati e confrontati con valori di riferimento riferiti al triennio di osservazione forniti dal Servizio Informativo Agro Meteorologico SIAS, stazione di meteorologica di Agrigento e di Aragona (AG).

Utilizzando i valori di temperatura dell'aria e di umidità relativa sono state ricavate la pressione di valore reale e la pressione di vapore alla saturazione per il calcolo del deficit della pressione di vapore. Infine è stata monitorata l'energia radiante espressa come flusso fotonico fotosinteticamente attiva (PPFD) con misurazioni orarie puntuali realizzate a partire dalle 8:00, alle 12:00 e alle 16:00 con un sensore PAR Licor (campo di misura 400-700 μm) con ricettore fotovoltaico al silicone.

5. Risultati e discussioni

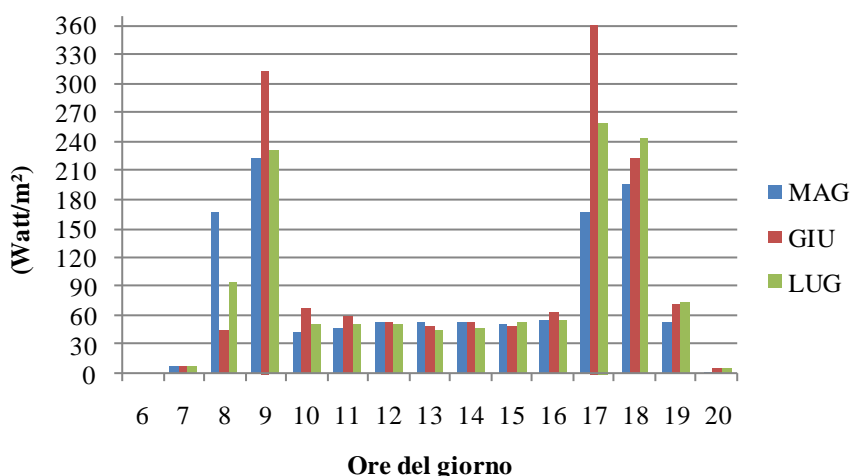
5.1 Confronto tra i due ambienti produttivi

Nei due ambienti produttivi: “Favara” e “Porto Empedocle” le variabili ambientali radiazione solare (SRD) e conseguentemente la temperatura, hanno mostrato andamenti diversi. In tabella 1-1 si riportano i dati rilevati di radiazione solare media mensile e generale. In dettaglio la radiazione solare esterna è stata di 5772 W/m² per “porto Empedocle” e 6061 W/m² per “Favara”. I valori massimi si sono verificati nel mese di maggio con 8700 e 8800 W/m² circa per rispettivamente “Porto Empedocle” e “Favara”, mentre i valori minimi durante la fase vegetativa si sono verificati nel mese di marzo con valori di 4765 W/m² per “Porto Empedocle” e 5166 W/m² per “Favara”. L’ambiente interno è stato caratterizzato da 830 W/m² per “porto Empedocle” e 763 W/m² per “Favara”. I valori massimi si sono verificati nel mese di maggio con 1307 W/m² per “Porto Empedocle” e nel mese di giugno con 1425 W/m² a “Favara”, mentre i valori minimi durante la fase vegetativa si sono verificati nel mese di aprile con valori di 547 W/m² per “Porto Empedocle” e 633 W/m² per “Favara”. In termini differenziali, “Porto Empedocle” è stato caratterizzato da valori di -4942 W/m², “Favara”, invece, da -5299 W/m². In tutti i casi la copertura ha abbattuto la radiazione solare mediamente per tutti i mesi di oltre l’80%, con punte di abbattimento superiori al 90% nei mesi di aprile, agosto e settembre in entrambi gli ambienti.

Tabella 1-1: Radiazione solare								
	Porto Empedocle				Favara			
	SRD (Watt/m ²)		Δ		SRD (Watt/m ²)		Δ	
	MESI	ESTERNO	INTERNO		ESTERNO	INTERNO		
fase vegetativa	Gennaio	2147	741	-1406	-65	2746	353	-2393
	Febbraio	3365,9	714	-2652	-79	3978	381	-3598
	Marzo	4765,8	858	-3908	-82	5166	682	-4484
	Aprile	5886	547	-5339	-91	6802	633	-6169
	Maggio	8700,7	1307	-7394	-85	8833	1174	-7659
	Giugno	7858	1131	-6727	-86	6978	1425	-5552
	Luglio	7486	1305	-6181	-83	7316	1275	-6041
	Agosto	6472	544	-5928	-92	6819	573	-6246
	Settembre	5266	327	-4939	-94	5913	367	-5546
	MEDIE	5772	830	-4942	-86	6061	763	-5299

Il contributo energetico della radiazione solare interno alla serra ha interessato alcune delle ore della giornata. Analizzando, infatti, i dati giornalieri di radiazione solare (figura 1-1) emerge come il contributo maggiore, nei tre mesi principali dell'attività vegetativa ossia: maggio, giugno, luglio; sia fornito esclusivamente nelle prime ore, dalle 8 alle 9, del mattino e nelle ultime ore della giornata, dalle 17 fino alle 19.

Figura 1-1: Andamento RSD (Watt/m²) sotto fotovoltaico Favara



L'abbattimento della radiazione solare nelle ore più calde della giornata, ha determinato modifiche nelle condizioni termiche interne. Nella tabella 1-2 che segue si riportano i valori di

temperatura espressi come media giornaliera, media dei valori minimi, massimi, somma delle temperature maggiori di 30, 35°C, somma delle ore con temperatura maggiore di 30 e 35°C.

Tabella 1-2: Temperature FAVARA

	MEDIA	MINIMA	MASSIMA	$\Sigma T > 30^\circ$	$\Sigma T > 35^\circ$	Σ ORE CON $T > 30^\circ$	Σ ORE CON $T > 35^\circ$
GEN	12	8	17	0	0	0	0
FEB	12	8,5	18,2	0	0	0	0
MAR	12,6	7,1	16,7	0	0	0	0
APR	16,3	10,3	23,8	0	0	0	0
MAG	20	13	27	1412	109	44	3
GIU	25	18	31	7228	1366	217	37
LUG	26	22	32	7689	1678	234	45
AGO	27	24	31	9814	702	303	20
SET	24	22	29	2364	46	74	1

Temperature FAVARA esterno

	MEDIA	MINIMA	MASSIMA	$\Sigma T > 30^\circ$	$\Sigma T > 35^\circ$	Σ ORE CON $T > 30^\circ$	Σ ORE CON $T > 35^\circ$
GEN	12	8	17	0	0	0	0
FEB	12	8	19	0	0	0	0
MAR	13	7	17	0	0	0	0
APR	16	0,7	23,6	0	0	0	0
MAG	17	13	27,8	129	0	7	0
GIU	24,6	19	30	3210	618	608	28
LUG	25	23,4	29	3666	412	112	12
AGO	27	24	30	4594	143	145	4
SET	25	22	28	1010	0	32	0

Sia le temperature esterne che quelle interne hanno raggiunto valori medi che oscillano in un range tra 12° del mese di gennaio e 27°C nel mese di Agosto. Le temperature medie minime sono oscillate tra 7°C del mese di marzo e 24°C del mese di agosto, in entrambi gli ambienti esterni ed interni. I valori delle temperature massime esterne sono variate all'interno di un range compreso tra 17°C e 30°C rispettivamente nei mesi di marzo e agosto, mentre all'interno, le temperature da 16,7°C nel mese di marzo e 32°C nel

mezzo di luglio. Considerando invece la sommatoria delle temperature con valori superiori alla soglia termica di 30°C, limite oltre il quale si riduce l'attività fotosintetica, si evidenziano valori nulli dal mese di gennaio a aprile, 129°C nel mese di maggio, 3210°C nel mese di giugno, 3666°C nel mese di luglio, 4594°C nel mese di agosto ed, infine, 1010°C nel mese di settembre. La sommatoria termica con temperature superiori a 35°C è stata nulla fino al mese di maggio e nel mese di settembre, mentre 618°C nel mese di giugno, 412°C nel mese di luglio, 143°C nel mese di agosto. La sommatoria delle ore con temperature superiori a 30°C all'esterno è stata nulla fino al mese di aprile, 7 ore nel mese di maggio, 608 nel mese di giugno, 112 nel mese di luglio, 145 nel mese di agosto ed, infine, 32 nel mese di settembre. All'interno, invece, la sommatoria termica è stata nulla fino al mese di aprile, 44 ore nel mese di maggio, 217 nel mese di giugno, 234 in luglio, 303 in agosto, 74 in settembre. La sommatoria delle ore con temperature oltre i 35°C è stata nulla fino al mese di maggio e nel mese di settembre, ha assunto, invece valori di 28, 12 e 4 per rispettivamente i mesi di giugno, luglio ed agosto. La copertura non ha modificato le soglie termiche medie, minime e massima. Essa ha piuttosto aumentato la quantità di ore con soglie termiche al di sopra dei 30°C, inducendo, probabilmente stress termici alle piante.

Quanto affermato risulta più evidente se si confrontano gli scarti tra le variabili climatiche interne ed esterne (tabella 1-3).

Tabella 1-3 Scarto (Δ) nei valori di temperatura ($^{\circ}\text{C}$) (interno-esterno)

	Media	Minima	Massima	$\Sigma T > 30^{\circ}$	$\Sigma T > 35^{\circ}$	$\Sigma T < 30^{\circ}$	$\Sigma T < 35^{\circ}$
Gen	0	0	0	0	0	0	0
Feb	-1	-0,5	+0,8	0	0	0	0
Mar	-0,4	+0,1	+0,3	0	0	0	0
Apr	+0,3	+0,4	+0,2	0	0	0	0
Mag	+3	0	+4	+1283	+109	+37	+3
Giu	+0,4	+1	+3	+4108	+748	+126	+9
Lug	+1,0	+1,4	+3	+4023	+1266	+122	+33
Ago	0	0	+1	+5220	+559	+158	+16
Set	-1	0	+1	+1354	+46	+42	+1

La copertura non ha modificato le temperature medie ne tantomeno le minime. Sono state modificate, invece, le temperature massime, soprattutto nei mesi di maggio con scarto pari a $+4^{\circ}\text{C}$, giugno e luglio con scarti pari a $+3$ ed, infine, agosto e settembre con scarti pari a $+1$. La copertura di fatto ha amplificato i valori termici determinando, in termini di sommatoria termica delle temperature superiori a 30°C , valori nulli fino al mese di aprile, $+1283^{\circ}\text{C}$ in maggio, $+4108^{\circ}\text{C}$ in giugno, $+4023^{\circ}\text{C}$ in luglio, $+5220^{\circ}\text{C}$ in agosto, 1354°C in settembre. Le sommatorie delle temperature superiori a 35°C è stata nulla fino ad aprile ed ha, invece, assunto valori di $+109^{\circ}\text{C}$ nel mese di maggio, $+748^{\circ}\text{C}$ nel mese di giugno, $+1266^{\circ}\text{C}$ nel mese di luglio, $+559^{\circ}\text{C}$ nel mese di agosto, $+46^{\circ}\text{C}$ nel mese di settembre. In termini di ore con temperature superiori a 30°C gli scarti sono stati nulli fino ad aprile, $+37$ in maggio, $+126$ in giugno, $+122$ in luglio, $+158$ in agosto ed, infine, $+42$ in settembre. Le ore con temperature superiori a 35°C sono state nulle fino ad aprile, $+3$ a maggio, $+9$ a giugno, $+33$ a luglio, $+16$ ad agosto e $+1$ a settembre. Evidente risulta l'effetto di

inerzia termica causata dalla copertura, determinante e con effetti stressanti sui sistemi fotosintetici delle piante.

5.2 Modifiche indotte dalla copertura sul parametro PAR **(*Photosynthetic Active Radiation*)**

La contemporanea presenza di un apprestamento protettivo rappresentato dalla serra e dalla copertura offerta dalla presenza dei pannelli fotovoltaici ha profondamente modificato le condizioni micrometeorologiche di coltivazione delle piante e di tutti i fattori la PAR rappresenta quello in grado di modificare l'efficienza fotosintetica delle piante. Nelle tabelle che seguono si riportano i dati rilevati di PAR per l'ambiente di coltivazione più rappresentativo di Favara, suddivise in diverse classi. La suddivisione delle classi di PAR è stata effettuata al fine di consentire una migliore spiegazione del dato di radiazione solare, la quale rappresenta il fattore fondamentale delle condizioni termiche oltre a rappresentare il “motore” del processo “fotosintetico” attraverso la quota parte della radiazione solare globale che si manifesta a lunghezze d'onda del visibile e definita appunto PAR.

Tabella 2.1: Favara Σ ore e ripartizione per classi PAR 2014

Esterno						
	A	M	G	L	A	TOT
I	97	98	76	65	114	450
II	47	18	22	48	56	191
III	55	66	58	56	61	296
IV	53	31	67	78	56	285
V	30	62	90	61	52	295
VI	148	110	137	108	95	598
TOT	430	385	450	416	434	2115

Esterno %						
	A	M	G	L	A	% sul totale
I	22	22	17	14	25	21
II	25	9	12	25	29	9
III	19	21	20	29	21	14
IV	19	11	23	27	20	13
V	10	21	31	20	18	14
VI	22	28	20	16	14	28
% sul totale	20	18	21	20	21	100

Interno						
	A	M	G	L	A	TOT
I	282	237	274	240	387	1420
II	130	134	98	117	27	506
III	8	29	13	20	16	86
IV	0	22	30	44	4	100
V	0	9	20	10	0	39
VI	0	3	15	3	0	21
TOT	420	434	450	434	434	2172

Interno %						
	A	M	G	L	A	% sul totale
I	20	17	19	17	27	65
II	26	26	19	23	5	23
III	9	34	15	23	19	4
IV	0	22	30	44	4	5
V	0	23	51	26	0	2
VI	0	14	72	14	0	1
% sul totale	19	20	21	20	20	100

L'apprestamento protettivo ha modificato le condizioni di PAR presenti nel periodo vegetativo che intercorre tra il germogliamento e il completo agostamento di germogli, ossia tra aprile e agosto. La sommatoria delle ore con radiazione presente è stata di circa 2150 (le differenze tra ambiente interno ed esterno sono da attribuire alla diversa sensibilità dei sensori). Le ore di PAR sono ripartite mediamente del 20% nei mesi di attività vegetativa, con un numero di ore medio di 420 circa per mese. L'ambiente di coltivazione ha modificato la ripartizione delle ore di PAR all'interno delle diverse classi e nei diversi mesi. La presenza dei pannelli fotovoltaici orientati in modo da captare il massimo della radiazione solare incidente non ha modificato la normale distribuzione della PAR nel corso dei mesi, tale distribuzione anche in ambiente interno è stata del 20% circa. La copertura ha sostanzialmente modificato la ripartizione della radiazione solare all'interno delle diverse classi di PAR. Infatti in ambiente esterno la I classe rappresentava il 21% delle ore totali, la II il 9%, la terza il 14%, la IV il 13%, la V il 14%

e la VI il 28%, con più del 50% di PAR in grado di far funzionare i sistemi fotosintetici a livelli prossimi alla saturazione, mentre in ambiente interno, la I e la II classe rappresentavano l'88% delle ore con 65% per la I classe e 23% la II. Le restanti classi contavano complessivamente solo il 10% delle ore di PAR. L'ambiente di coltivazione è stato caratterizzato da ridotta disponibilità energetica in tutti i mesi di osservazione, costringendo i sistemi fotosintetici a condizioni di luminosità tipici di ambienti sciafili.

6. Comportamento eco-fisiologico delle cultivar Vittoria e Regal

6.1 Cultivar Vittoria

Dal punto di vista eco-fisiologico la cultivar Vittoria ha mostrato valori di scambi gassosi (fotosintesi netta PN, conduttanza stomatica GS e traspirazione E) variabili nelle diverse ore del giorno e nei diversi intervalli fenologici (tabella 3.1-1). La fotosintesi è stata maggiore nelle prime ore del giorno (10 del mattino), con valori massimi prossimi a $9 \mu\text{mol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$, durante l'intervallo fenologico che va dal germogliamento alla fioritura, e si è ridotta a $4,5 \mu\text{mol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$ nell'approssimarsi alle 12. Stesse considerazioni valgono per conduttanza stomatica e per la traspirazione. Durante il corso della giornata, infatti, i valori di tali parametri sono passati da $424,8 \text{ mmol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$ alle 10 a $316 \text{ mmol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$ alle 12 per la conduttanza stomatica e da $5 \text{ mmol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$ a $4,8 \text{ mmol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$ per la traspirazione. Tali valori si sono ridotti per effetto del contemporaneo manifestarsi di elevate temperature e scarsa condizione di luminosità. Tale condizione ambientale, che si manifesta durante tutto il ciclo vegetativo delle piante, ha avuto effetti maggiori nell'intervallo fenologico che va dal germogliamento alla fioritura, con superficie fogliare in rapida evoluzione e in perfetta efficienza. Nelle fasi successive alla fioritura, in particolare tra la fioritura e l'invasiatura, la fotosintesi netta ha assunto valori medi pari a $5 \mu\text{mol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$ riscontrati alle 10 del mattino e si è ridotta a $4,1 \mu\text{mol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$ all'approssimarsi delle ore 12. La conduttanza stomatica, nello stesso intervallo fenologico,

Tabella 3-1: Parametri ecofisiologici CV VITTORIA						
	PN		GS		E	
	(μmol m ⁻² sec ⁻¹)		(mmol m ⁻² sec ⁻¹)		(mmol m ⁻² sec ⁻¹)	
	ORA		ORA		ORA	
	10	12	10	12	10	12
Intervallo fenologico						
Germ-Fior	9	4,5	424,8	316	5	4,8
Fior-Inv	5	4,1	195,4	148	3	2,3
Inv-Rac	4,2	2,9	125,6	157,2	2,6	2,7

ha assunto valori prossimi a 195 mmol m⁻²sec⁻¹ alle 10 del mattino e 148 mmol m⁻²sec⁻¹ alle ore 12. La traspirazione, infine, ha assunto valori di 3 mmol m⁻²sec⁻¹ alle ore 10 e si è ridotta a 2,3 mmol m⁻²sec⁻¹ alle 12. Nell'intervallo tra l'invasatura e la raccolta le foglie hanno mantenuto un livello relativamente elevato di fotosintesi netta, 4,2 μmol m⁻²sec⁻¹ alle ore 10 e 2,9 μmol m⁻²sec⁻¹ alle ore 12, ed hanno mostrato valori di conduttanza stomatica pari a 125,6 mmol m⁻²sec⁻¹ alle ore 10 e 157,2 alle ore 12, con valori di traspirazione pari a 2,6 e 2,7 mmol m⁻²sec⁻¹ per rispettivamente le ore 10 e 12. I bassi valori di traspirazione sono da attribuire all'assenza di vento presente all'interno della serra. Tale condizione ha probabilmente creato elevati valori di umidità relativa dell'aria (dato non misurato) e ridotto gradiente tra l'interno e l'esterno delle lamine fogliari.

6.2 Cultivar Regal

Dal punto di vista eco-fisiologico la cultivar Regal ha mostrato valori di scambi gassosi anche'essi variabili nelle diverse ore del giorno e nei diversi intervalli fenologici (tabella 3.2-2). La cultivar ha mostrato una minore sensibilità alle variazioni di scambi gassosi durante la giornata, infatti la fotosintesi è stata nelle prime ore del

giorno (10 del mattino), pari a $4,6 \mu\text{mol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$, durante l'intervallo fenologico che va dal germogliamento alla fioritura, e si è ridotta a $4,4 \mu\text{mol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$ nell'approssimarsi alle 12. Stesse considerazioni valgono per conduttanza stomatica e per la traspirazione. Durante il corso della giornata, infatti, i valori di tali parametri sono passati da $314 \text{ mmol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$ alle 10 a $253 \text{ mmol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$ alle 12 per la conduttanza stomatica e da $4,4 \text{ mmol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$ a $4,6 \text{ mmol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$ per la traspirazione. Tali valori, in valore assoluto notevolmente bassi, non hanno risentito del duplice effetto delle elevate temperature e scarsa condizione di luminosità. Nelle fasi successive alla fioritura, in particolare tra la fioritura e l'invaiaura, la fotosintesi netta a assunto valori medi pari a $3 \mu\text{mol}$

Tabella 3.2-2: Parametri eco fisiologici CV Regal

	PN ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{sec}^{-1}$)		GS ($\text{mmol m}^{-2} \text{sec}^{-1}$)		E ($\text{mmol m}^{-2} \text{sec}^{-1}$)	
	ORA		ORA		ORA	
	10	12	10	12	10	12
Intervallo fenologico						
Germ-Fior	4,6	4,4	314	253	4,4	4,6
Fior-Inv	3	3,1	130	76,9	2,4	1,4
Inv-Rac	2,8	1,7	150,3	127	2,6	2,5
$\text{m}^{-2}\text{sec}^{-1}$ riscontrati alle 10 del mattino e $3,1 \mu\text{mol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$						

all'approssimarsi delle ore 12. La conduttanza stomatica, nello stesso intervallo fenologico, ha assunto valori prossimi a $130 \text{ mmol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$ alle 10 del mattino e $76,9 \text{ mmol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$ alle ore 12. La traspirazione, infine, ha assunto valori di $2,4 \text{ mmol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$ alle ore 10 e si è ridotta a $1,4 \text{ mmol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$ alle 12. Nell'intervallo tra l'invaiaura e la raccolta le foglie hanno ulteriormente abbassato i

livelli di fotosintesi netta, $2,8 \mu\text{mol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$ alle ore 10 e $1,7 \mu\text{mol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$ alle ore 12, ed hanno mostrato valori di conduttanza stomatica pari a $150,3 \text{ mmol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$ alle ore 10 e 127 alle ore 12, con valori di traspirazione pari a 2,6 e 2,5 $\text{mmol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$ per rispettivamente le ore 10 e 12. Anche per la cultivar Regal i bassi valori di traspirazione sono da attribuire all'assenza di vento presente all'interno della serra. Ma in generale la cultivar ha mostrato bassi livelli di scambi gassosi.

7. Comportamento vegeto-produttivo delle cultivar Vittoria e Regal

7.1 Cultivar Vittoria

La cultivar Vittoria presenta un numero di gemme complessivo per pianta mediamente pari a 28, suddivise in due branche con mediamente 12 gemme/branca e 2 gemme/sperone. La suddivisione dei germogli nelle porzioni apicali, mediane e basali ha fatto emergere una maggiore influenza della inibizione correlata nelle porzioni basali con percentuale di gemme cieche pari al 58% circa, rispetto al 31 % circa della porzione mediana, al 24% circa della apicale. Tutte le gemme degli speroni sono germogliate.

Il numero medio di germogli per porzione è stato di 5,5 nella porzione apicale, 6 nella porzione mediana, 3,3 nella porzione basale e 2 negli speroni. I rilievi mostrano un numero medio di germogli per gemma, dato dal rapporto tra numero di germogli ed il numero di gemme, pari a 0,44. Dei germogli presenti risultavano sterili il 21% di quelli apicali, il 46% dei mediani il 36% dei basali,

mentre tutti i germogli degli speroni risultavano essere fertili. La presenza di gemme cieche e di germogli sterili ha determinato la presenza di sole 11 infiorescenze nella parte apicale, 9,9 nella parte mediana, 4,2 nella parte basale e 4 negli speroni. Dai dati emerge chiaramente che le condizioni ambientali nelle quali si sono sviluppate le piante hanno determinato un accentuarsi dei fenomeni

Tabella 2: Fertilità e caratterizzazione morfologica delle infiorescenze			
	infiorescenze per germoglio (n°)	peso infiorescenze (gr)	lunghezza infiorescenze (cm)
Apicale	2,3 a	8,3 ab	23,1 ab
mediana	2,3 a	7,3 b	20,7 b
basale	2 b	10,2 ab	27,6 ab
sperone	2 b	7,8 b	22,5 ab

di inibizione correlata che ha indotto un elevato numero di gemme cieche. In tabella 2 Si riportano i valori di fertilità e di caratterizzazione morfologica delle infiorescenze.

Nel dettaglio i dati mostrano una fertilità potenziale pari a 2,3 per entrambe le porzioni apicali e mediane, significativamente differente rispetto alla porzione basale e agli speroni i quali mostrano entrambi valori della fertilità pari a 2. Il parametro peso dell'infiorescenza tra le diverse porzioni non mostra differenze

Tabella 1: Parametri al germogliamento per pianta					
parte di pianta	gemme (n°)	gemme cieche (%)	germogli (n°)	infiorescenze (n°)	germogli sterili (%)
apicale	8	24,3	5,5	11	21
mediana	8	31,43	6	9,9	46
basale	8	58,32	3,3	4,2	36
sperone	4	0	2	4	0
totale per pianta	28	37,74	16,8	29,1	33

statisticamente significative e le stesse considerazioni valgono per il parametro lunghezza dell'infiorescenza.

Le piante hanno mostrato lunghezze dei germogli con differenze statistiche non significative nella fase della fioritura tranne per gli speroni per i quali la lunghezza dell'asse dei germogli risultava di 1713 cm. Le superfici fogliari, somma dell'asse e delle femminelle, sono state significativamente maggiori nelle porzioni basali e apicali dei germogli con valori di rispettivamente 4419 e 3887 cm². I germogli mediani e degli speroni hanno mostrato sviluppo ridotto con valori di rispettivamente 3171 e 2074 cm². Le ridotte condizioni di illuminazione hanno probabilmente indotto una minore degradazione delle auxine, riscontrabile con sostanziali

Parametri vegetativi per germoglio								
fase fenologica		lunghezza asse (cm)		superficie fogliare asse (cm ²)		superficie fogliare femminelle (cm ²)		superficie fogliare totale (cm ²)
fioritura	apicale	205	a	2679	a	1208	ab	3887
	mediana	186	ab	2475	a	696	bc	3171
	basale	205	a	2619	a	1800	a	4419
	sperone	107	c	1713	b	361	c	2074
invaiaura	apicale	335	a	3655	a	3106	a	6761
	mediana	187	b	1674	b	576	b	2250
	basale	421	a	4061	a	3924	a	7985
	sperone	213	b	1654	b	688	b	2342
raccolta	apicale	362	a	3988	a	3464	a	7452
	mediana	198	b	1855	b	611	b	2466
	basale	448	a	4356	a	4027	a	8383
	sperone	239	b	1815	b	878	b	2693

modifiche nel parametro lunghezza dell'asse del germoglio e nella emissione di femminelle. L'attività vegetative delle piante si è mantenuta durante la stagione vegetativa soprattutto a carico dei germogli delle porzioni apicali e mediane (figura 1). Gli incrementi della superficie fogliare sono stati maggiore nel periodo tra la fioritura e la raccolta raggiungendo valori di 7452 cm² per i germogli in posizione apicale, 8383 cm² per quelli basali, mentre i germogli mediani e degli speroni hanno raggiunto valori di rispettivamente 2466 e 2693cm².

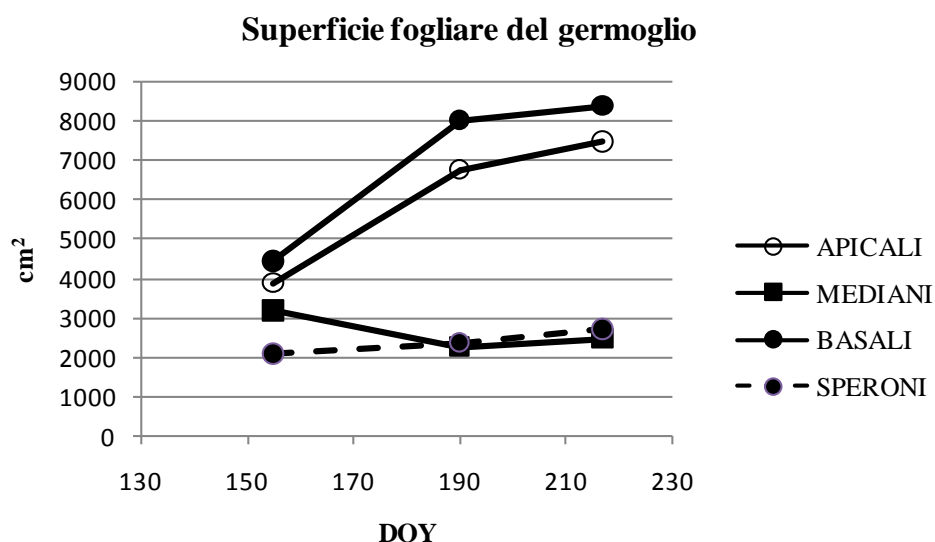


Figura 1: andamenti delle superfici fogliari dei germogli dalla fase fenologica della fioritura fino al completo agostamento.

Confrontando i dati di superficie fogliare con la produttività (tabella 4) emerge chiaramente il rapporto di proporzionalità diretta con maggiore produttività, 343,2 g peso medio grappolo, dei germogli apicali e basali con maggiore superficie fogliare. La produttività per porzione di branca è stata maggiore nei germogli apicali, 2642,6 g di produzione rappresentata mediamente da 4,7 grappoli con peso medio 343,2 g ed ai germogli basali con 1148,1g di produzione rappresentata da 3,3 grappoli e 347,9 g di peso medio del grappolo. In generale la produttività per pianta, rappresentata da 6267,8 g.

Tabella 4: Parametri prouttivi per pianta			
	grappoli (n.)	peso medio grappolo (g)	produzione (g)
apicale	4,7	343,2	2642,6
mediana	6,1	256,4	1564,0
basale	3,3	347,9	1148,1
sperone	3,3	276,7	913,1
		totale	6267,8

Il peso ridotto dei grappoli è stato ottenuto da una bassa percentuale di allegagione e dunque da un basso numero di acini (dati non riportati). Questo aspetto seppur negativo ha consentito agli acini rimanenti di raggiungere un peso medio commerciabile. Come evidenziato nella tabella 5 che segue, infatti, il peso medio acino alla raccolta (217) è stato di 8,8 g, con rapporto tra diametri laterale e trasversali pari a 1,38. Gli acini già al 212° giorno giuliano presentavano comunque il massimo del peso raggiungendo il valore di 9,2 g con un rapporto tra diametri pari a 1,39. Il dato alla raccolta di zuccheri ha mostrato valori medi pari a 12°Brix. I bassi valori in zuccheri risultano probabilmente essere giustificati dalla ridotta capacità fotosintetica delle piante frutto delle condizioni di luce e temperatura che si realizzano all'interno della serra.

Tabella 5: Evoluzione dei parametri peso e dimensione acini durante la fase di maturazione					
fase fenologica (DOY)	peso medio acino (g)	Diametro Laterale (mm)	Diametro Trasv. (mm)	DL/DT	Zuccheri (°Brix)
invaiaura (190)	5,4	23,2	18,6	1,25	
(205)	7,6	24,8	19,2	1,29	9,7
(212)	9,2	30,8	22,1	1,39	11,5
raccolta (217)	8,8	30,1	21,8	1,38	12,0

Il legame esistente sin dalle prime fasi di sviluppo tra la superficie fogliare del germoglio ed i grappoli hanno portato alla maggiore dimensione delle bacche alla raccolta anche se con ridotte

concentrazioni in zuccheri. Tale relazione lunghezza del germoglio/dimensione dell'acino è resa evidente dal confronto esistente tra la lunghezza del germoglio e la sua posizione all'interno della branca e le classi di dimensione degli acini e zuccheri presenti nella tabella n. 6.

Tabella 6: Parametri peso acino e zuccheri alla raccolta suddivisi per classi										
	classi di peso acino (g)						classi di zuccheri (°Brix)			
	<7	7-8	8-9	9-10	>10		<11	11-12	12-13	>13
sperone	10	7	4	4	5	sperone	8	4	10	8
%	33	23	13	14	17	%	27	13	33	27
apicale	2	8	8	5	7	apicale	3	12	10	5
%	7	27	26	17	23	%	10	40	33	17
mediana	18	10	2	0	0	mediana	3	9	11	7
%	60	33	7	0	0	%	10	30	37	23
basale	6	3	10	4	7	basale	0	9	5	16
%	20	10	33	14	23	%	0	30	17	53

Emerge chiaramente che germogli apicali e basali, hanno portato il 66% e 70%, per rispettivamente tra apicale e basale, degli acini ad avere un peso superiore a 8 g. I germogli delle porzioni mediane e degli speroni hanno, invece, mostrato il 56% ed il 99% rispettivamente di acini con peso inferiore a 8 g. Da tale osservazione emerge chiaramente che germogli nelle porzioni mediane e degli speroni hanno prodotto grappoli con acini di ridotte dimensioni e, dunque, non commerciabili. Tali grappoli nell'ambito delle applicazioni di tecnica colturale specifica per la cultivar Vittoria andrebbero comunque totalmente sottoposti a diradamento. Così facendo si renderebbe possibile aumentare la forza del “source” germoglio a favore dei “sink” grappoli delle porzioni basali e apicali. L'applicazione di tale tecnica colturale, già attuata ma non in modo specifico per porzione di branca, consentirebbe di preservare un carico di gemme per la potatura ed orientare i prodotti della fotosintesi già limitati dalle scarse condizioni di illuminazione

e termiche presenti nei grappoli delle porzioni basali ed apicali. Quanto osservato per il peso acino vale anche per gli zuccheri alla raccolta. In tabella che segue (tab. 7) si riassumo i principali indici di equilibrio ed efficienza produttiva, per porzione di branca e per pianta, alla raccolta. In dettaglio tali indici sono rappresentati dai rapporti tra la superficie fogliare per pianta ed il peso medio grappolo, la produzione e gli zuccheri (espressi in g/l).

In particolare il rapporto tra superficie fogliare e peso medio grappolo ha mostrato i valori maggiori nella porzione apicale, con 119 cm² per grammo di grappolo, nella porzione basale con 80 cm²/g di grappolo, ed infine nelle porzioni mediane e degli speroni con valori di rispettivamente 58 e 19 cm²/g di grappolo. In rapporto con la produzione, invece, i valori dell'indice hanno mostrato valori ottimali, 1,6 e 2,4 m²/Kg, per le porzioni apicali e basali, mentre l'indice ha assunto valori nettamente al di sotto della norma, 0,9 e 0,6 m²/Kg nelle porzioni mediana e negli speroni. Anche se poco significativo ai fini della verifica dell'efficienza della pianta, il rapporto tra superficie fogliare e produzione ha mostrato valori prossimi a quelli ottimali con 1,4 m²/Kg di uva. Stesse considerazioni valgono per l'indice di equilibrio superficie fogliare e grammi di zucchero per litro di mosto. Per quest'ultimo indice, infatti, i valori sono stati di 161 e 117 cm² g⁻¹ l⁻¹ per rispettivamente le porzioni apicali e basali, mentre i valori

Tabella 7: indici di equilibrio e di efficienza							
	Superficie Fogliare (cm ²)	Peso Medio Grappolo (g)	Produzione (g)	Zuccheri °Brix	SF/PMG (cm ² /g)	SF/P (m ² /Kg)	SF/Z (cm ² /g l)
apicale	40986	343	2643	14,1	119	1,6	161
mediana	14796	256	1564	10,5	58	0,9	78
basale	27664	348	1148	13,1	80	2,4	117
sperone	5386	277	913	10,4	19	0,6	29
pianta	88832	306	6268	12,0		1,4	96

dell'indice sono stati di 78 e 29 cm² g⁻¹ l⁻¹ per rispettivamente le porzioni mediane e dello sperone.

7.2 Cultivar Regal

La cultivar Regal presenta un numero di gemme complessivo per pianta mediamente pari a 28, suddivise in due branche con mediamente 12 gemme/branca e 2 gemme/sperone. Per la cultivar Regal la suddivisione nelle porzioni apicali, mediane, basali e speroni ha fatto emergere l'influenza accentuata rispetto alla cultivar Vittoria, della inibizione correlata nelle porzioni basali con percentuale di gemme cieche pari al 80%, rispetto al 46% circa della porzione mediana, al 41% circa della apicale. Tutte le gemme

Tabella 1: Parametri al germogliamento per pianta					
parte di pianta	gemma (n°)	gemma cieche (%)	germogli (n°)	infiorescenze (n°)	germogli sterili (%)
apicale	8	40,54	4,8	6,7	14
mediana	8	45,71	4,3	6	21
basale	8	80	1,6	2,9	29
sperone	4	0	4	8	0
totale per pianta	28		14,7	23,6	

degli speroni sono germogliate. Il numero medio di germogli per porzione è stato di 4,8 nella porzione apicale, 4,3 nella porzione mediana, 1,63 nella porzione basale e 4 negli speroni. I rilievi mostrano un numero medio di germogli per gemma, dato dal rapporto tra numero di germogli ed il numero di gemme, pari a 0,52. Dei germogli presenti risultavano sterili il 14% di quelli apicali, il 21% dei mediani il 29% dei basali, mentre tutti i germogli degli speroni risultavano essere fertili. La presenza di gemme cieche e di germogli sterili ha determinato la presenza di 6,7 infiorescenze nella parte apicale, 6 nella parte mediana, 2,9 nella parte basale e 8 negli speroni. Dai dati emerge chiaramente che le condizioni ambientali nelle quali si sono sviluppate le piante hanno

determinato un accentuarsi dei fenomeni di inibizione correlata che ha indotto un elevato numero di gemme cieche. In tabella 2 Si riportano i valori di fertilità e di caratterizzazione morfologica delle infiorescenze.

Tabella 2: Fertilità e caratterizzazione morfologica delle infiorescenze			
	infiorescenze per germoglio (n°)	peso infiorescenze (gr)	lunghezza infiorescenze (cm)
Apicale	1,4 a	4,8 ab	14,7 b
mediana	1,4 a	4,1 c	20,1 a
basale	1,8 b	4,6 ab	16,7 b
sperone	2 b	4,4 bc	5,6 b

Nel dettaglio i dati mostrano una fertilità potenziale pari a 1,4 per entrambe le porzioni apicali e mediane, significativamente differente rispetto alla porzione basale e agli speroni i quali mostrano entrambi valori della fertilità pari a 1,8 e 2 rispettivamente. Il parametro peso dell'infiorescenza tra le diverse porzioni solo la porzione mediana ha mostrato differenze statisticamente significative rispetto a quella apicale, con valori di 4,1 e 4,8 rispettivamente. Le restanti porzioni hanno mostrato valori simili del peso dell'infiorescenza con valori di 4,6 per la porzione basale e 4,4 per lo sperone. Il parametro lunghezza dell'infiorescenza ha mostrato differenze statisticamente significative tra le porzioni apicale, basale e speroni con la porzione

Tabella 3: Parametri vegetativi per germoglio								
fase fenologica (DOY)		lunghezza asse (cm)		superficie fogliare asse (cm ²)		superficie fogliare femminile (cm ²)		superficie fogliare totale (cm ²)
fioritura (155)	apicale	148	a	2132	a	602	a	2734
	mediana	131	a	2413	a	604	a	3017
	basale	98	b	2048	a	588	a	2636
	sperone	164	a	2569	a	665	a	3234
invaiaitura (204)	apicale	359	ab	2935	b	1860	ab	4795
	mediana	260	b	2919	b	2156	ab	5075
	basale	289	b	3354	b	1584	b	4938
	sperone	407	ab	4376	a	2967	ab	7343
raccolta (237)	apicale	390	ab	4320	ab	5248	a	9568
	mediana	325	ab	3823	b	2556	bc	6379
	basale	305	b	3788	b	1996	c	5784
	sperone	425	ab	4926	a	3440	b	8366

mediana, con valori di rispettivamente 14,7, 16,7 e 5,6 contro 20,1 della porzione mediana.

Le piante hanno mostrato lunghezze dei germogli con differenze statistiche non significative nella fase della fioritura tranne per i basali per i quali la lunghezza dell'asse dei germogli risultava di 98 cm. Le superfici fogliari, somma dell'asse e delle femminelle, non sono state significativamente differente dal punto di vista statistico, mostrando comunque valori maggiori nelle porzioni mediane e degli speroni con valori di rispettivamente 3017 e 3234 cm². I germogli apicali e basali hanno mostrato sviluppo ridotto con valori di superficie fogliare rispettivamente di 2734 e 2636 cm² rispettivamente. Nella cv Regal le ridotte condizioni di illuminazione non hanno apportato sostanziali modifiche nel parametro lunghezza dell'asse del germoglio e nella emissione di femminelle. L'attività vegetative delle piante si è mantenuta durante la stagione vegetativa evidenziando una maggiore uniformità nell'accrescimento delle superfici fogliari dei germogli (figura 1). Gli incrementi della superficie fogliare sono stati maggiore nel periodo tra la fioritura e la raccolta nei germogli degli speroni ed apicali con rispettivamente 8300 e 9500 cm² circa. I germogli delle porzioni mediane e basali hanno, invece, raggiunto valori di superficie fogliare simili e pari a circa 6000 cm².

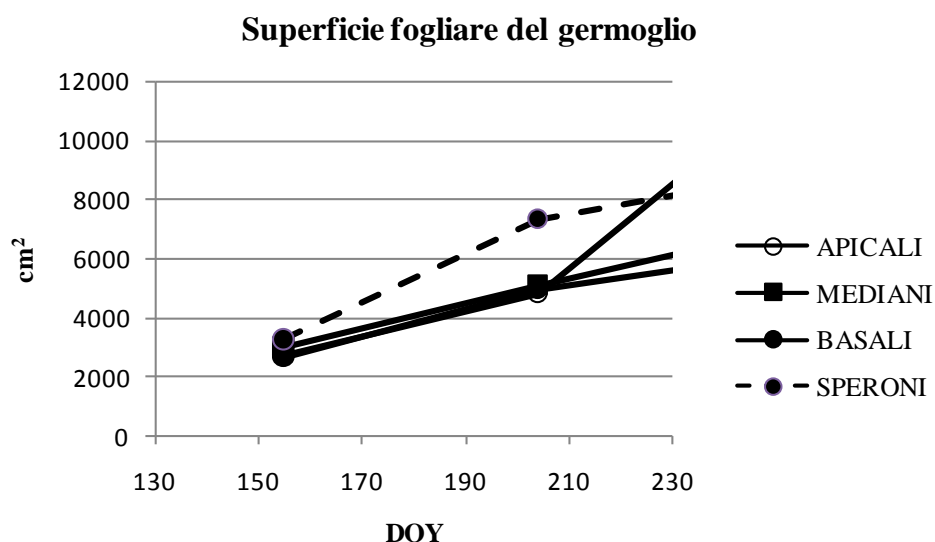


Figura 2: andamenti delle superfici fogliari dei germogli dalla fase fenologica della fioritura fino al completo agostamento

In tabella 4 sono riportati i parametri produttivi per porzione di branca. Emerge chiaramente che la risposta produttiva della cultivar Regal ha determinato grappoli che in peso medio risultano non commerciabili. In dettaglio le porzioni apicali hanno raggiunto la raccolta con mediamente 5,3 grappoli, 120,5 g di peso medio e 742,2 g di produzione complessiva. La porzione mediana 5 grappoli con peso medio pari a 143 g e produzione complessiva di 760,8 g. la porzione basale 2,2 grappoli con peso medio pari a 164,3 g e produzione complessiva di 207,1 g. Infine gli speroni hanno prodotto mediamente 6,6 grappoli con peso medio di 119,6 g e produzione complessiva alla raccolta pari a 478,4 g. In generale la produttività per pianta, rappresentata da 2188,5 g.

Tabella 4: Parametri prouttivi per pianta			
	grappoli	peso medio grappolo	produzione
	(n.)	(g)	(g)
apicale	5,3	120,5	742,2
mediana	5	143	760,8
basale	2,2	164,3	207,1
sperone	6,6	119,6	478,4
		totale	2188,5

Per la cultivar Regal il peso ridotto dei grappoli è stato ottenuto da un basso peso medio dell'acino. Come evidenziato nella tabella 5 che segue, infatti, il peso medio acino alla raccolta (DOY 237) è stato di 3 g, con rapporto tra diametri laterale e trasversali pari a 1,42. Gli acini già al 212° giorno giuliano presentavano comunque il massimo del peso raggiungendo il valore di 3,6 g con un rapporto tra diametri pari a 1,49. Il dato alla raccolta, avvenuta il 25 agosto (DOY 237), in zuccheri ha mostrato valori medi pari a 16,7°Brix. I bassi valori del peso medio delle bacche sono da attribuire alla apirenia della cultivar e dunque dalla ridotta capacità dei “sink” grappoli in condizioni di basse disponibilità di “source”. Dalle considerazioni esposte emerge in contrasto l'elevato contenuto in zuccheri che comunque rappresenta uno degli aspetti dei rapporti source-sink che giustifica una elevata efficienza nella polarizzazione dei prodotti della fotosintesi verso le bacche ed in forma zuccherina piuttosto che in strutture costituenti la bacca. Tale capacità di polarizzazione delle sostanze fotosintetate è, probabilmente, da attribuire alle caratteristiche genetiche della cultivar.

Tabella 5: Evoluzione dei parametri peso e dimensione acini durante la fase di maturazione					
fase fenologica (DOY)	peso medio acino (g)	Diametro Laterale (mm)	Diametro Trasv. (mm)	DL/DT	Zuccheri (°Brix)
invaiatura (204)	2,7	18,8	14	1,34	13,4
(212)	3,6	24,6	16,5	1,49	15,8
(219)	3,4	22,9	16,3	1,40	16,2
raccolta (237)	3	21,4	15,1	1,42	16,7

Tale relazione lunghezza del germoglio/dimensione dell'acino è resa evidente dal confronto esistente tra la lunghezza del germoglio e la sua posizione all'interno della branca e le classi di dimensione degli acini e zuccheri presenti nella tabella n. 6.

Tabella 6: Parametri peso acino e zuccheri alla raccolta suddivisi per classi										
classi di peso acino (g)						classi di zuccheri (°Brix)				
	<2	2-2,5	2,6-3	3,1-3,50	>3,50		<14	14-15	15-16	>16
sperone	15	9	4	1	1	sperone	6	3	5	16
%	50	30	13	3	3	%	20	10	17	53
apicale	11	9	5	2	3	apicale	2	1	0	27
%	37	30	17	7	10	%	7	3	0	90
mediana	1	15	9	2	4	mediana	0	1	4	25
%	3	50	30	7	13	%	0	3	13	83
basale	7	8	8	4	3	basale	21	3	4	2
%	23	27	27	13	10	%	70	10	13	7

Dalla tabella 6 emerge chiaramente che tutti gli acini hanno avuto una distribuzione delle classi di peso con maggiori frequenze nelle classi con dimensioni più piccole. Da tale osservazione si discostano solo i germogli della porzione mediana e basale, ma con percentuali delle classi più alte (3,1-3,50 e >3,50) prossime al 20% degli acini. Considerazioni opposte possono essere fatte per gli zuccheri. Le classi con valori più elevati (>16°Brix) presentano frequenze relative per rispettivamente speroni, apicali e mediani, di 53, 90 e 83%. Gli acini della porzione basale mostravano, invece, valori maggiori delle frequenze relative nella classe <14°Brix. In generale risulta comunque una elevata uniformità nei livelli di accumuli zuccherini, giustificabile, come già spiegato, dalla ridotta produttività. La cultivar Regal ha dunque mostrato un maggiore

equilibrio nella dislocazione dell'utilizzo dei source solo per l'accumulo in zuccheri. Risulta però evidente, dato che il parametro di commerciabilità per l'uva da tavola è la dimensione dell'acino, che tutta la produzione è non commerciabile. Per tale cultivar andrebbero dunque studiate delle tecniche colturali in grado di spostare le condizioni di equilibrio verso maggiori dimensioni degli acini a detrimento dell'accumulo zuccherino. Quanto osservato per il peso acino vale anche per gli zuccheri alla raccolta. In tabella che segue (tab. 7) si riassumo i principali indici di equilibrio ed efficienza produttiva, per porzione di branca e per pianta, alla raccolta. In dettaglio tali indici sono rappresentati dai rapporti tra la superficie fogliare per pianta ed il peso medio grappolo, la produzione e gli zuccheri (espressi in g/l).

Tabella 7: indici di equilibrio e di efficienza CV REGAL							
	Superficie Fogl (cm ²)	Peso Medio Grappolo (g)	Produzione (g)	Zuccheri °Brix	SF/PMG (cm ² /g)	SF/P (m ² /Kg)	SF/Z (cm ² /g l)
apicale	42092	121	742	18,5	349	5,7	126
mediana	24240	143	761	18,2	170	3,2	74
basale	8099	164	207	14,2	49	3,9	32
sperone	33464	120	478	15,8	280	7,0	118
pianta	107895	137	2188	16,7		4,9	87

In particolare il rapporto tra superficie fogliare e peso medio grappolo ha mostrato i valori maggiori nella porzione apicale, con 349 cm² per grammo di grappolo, nella porzione sperone con 280 cm²/g di grappolo, ed infine nelle porzioni mediane e basali con valori di rispettivamente 170 e 49 cm²/g di grappolo. In rapporto con la produzione, invece, i valori dell'indice hanno mostrato valori non ottimali, 5,7 e 7,0 m²/Kg, per le porzioni apicali e speroni, mentre 3,2 e 3,9 m²/Kg nelle porzioni mediana e basale. Le piante in generale hanno mostrato un elevato valore di superficie fogliare

se rapportato alla produzione, mostrando evidente squilibrio verso l'attività vegetativa che produttiva 4,9 m²/Kg. Per l'indice di equilibrio superficie fogliare e grammi di zucchero per litro di mosto, i valori sono stati di 126 e 118 cm²g⁻¹l⁻¹ per rispettivamente le porzioni apicali e speroni, mentre ha assunto valori di 74 e 32 cm²g⁻¹l⁻¹ per rispettivamente le porzioni mediane e basali. Mentre la pianta considerata nel suo complesso ha assunto valori dell'indice pari a 87 cm²g⁻¹l⁻¹.

7.3 Confronto tra le cultivar Vittoria e Regal

Ai fini di una corretta valutazione sull'adattabilità della cultivar alle particolari condizioni ambientali presenti negli apprestamenti protettivi sotto fotovoltaico, sono stati confrontati i comportamenti vegetativi e produttivi sintetizzati negli indici di equilibrio ed efficienza presenti in tabella 3.3-1.

Tabella 3.3-1: Indici di equilibrio e di efficienza

	Superficie Fogliare (cm ²)	Peso Medio Grappolo (g)	Peso medio acino (g)	Produzione (g)	Zuccheri °Brix	SF/P (m ² /Kg)	SF/Z (cm ² /g l)
Regal	107895	137	3	2188	17	4,9	87
Vittoria	88832	306	8	6268	12	1,4	96

La cultivar Vittoria ha mostrato condizioni di maggiore equilibrio vegetativo e produttivo. La presenza dei vinaccioli ha consentito il raggiungimento di maggiori dimensione delle bacche, anche se con ridotti contenuti in zuccheri. L'indice di equilibrio superficie fogliare/produzione ha raggiunto valori prossimi a quelli di equilibrio riportati in bibliografia (1,5 m²/Kg) contro 1,4 per la cultivar Vittoria e 4,9 m²/Kg per la cultivar Regal. La cultivar Vittoria ha confermato la sua precocità di maturazione mostrando rispetto alla Regal con un anticipo delle fasi di invaiatura (9 luglio

contro 23 luglio) e di maturazione (5 agosto contro 25 agosto). Nella scelta della cultivar da inserire all'interno del sistema produttivo evidente è stata la capacità di orientare verso i grappoli i prodotti della fotosintesi, con differenze soprattutto dei pesi medi dei grappoli e, all'interno di essi, dei pesi medi degli acini. Nella cultivar Vittoria il peso medio del grappolo alla raccolta, pari a 306 g, pur essendo di ridotte dimensioni rispetto ai valori medi dei grappoli riportati in bibliografia (700-800 g), presentava acini con dimensioni tali da essere commerciabili (8,8 g alla raccolta) mentre per la cultivar Regal il peso medio del grappolo pari a 137 g e, soprattutto, le ridotte dimensioni degli acini (3,0g alla raccolta) rendevano non commerciabile la produzione.

CONCLUSIONI

La coltivazione dell'uva da tavola in ambiente protetto e sotto fotovoltaico può rappresentare una attività complementare a quella della produzione di energia elettrica, ma con scelte oculate in fase di programmazione dell'impianto e nella conseguente gestione colturale. I due ambienti di coltivazioni, pur mostrando lievi differenze in termini di irraggiamento globale, risultano essere idonei alla coltivazione della vite. La coltivazione tradizionale dell'uva da tavola in Sicilia, sia in condizioni di pieno campo che in condizioni protette, dispone di notevoli quantità di energia radiante e dunque calore. In tali condizioni, elementi essenziali della coltivazione sono rappresentati da tecnologie in grado di mitigare gli eccessi termici e radiativi che si manifestano in gran parte della stagione vegetativa delle piante. L'effetto della copertura con pannelli fotovoltaici, può certamente essere un aspetto positivo per il semplice effetto di riduzione della quantità di luce e dunque di energia radiante per la coltura. Alla necessità di massimizzare la captazione dei pannelli va affiancata però la necessità di soddisfare al minimo i sistemi fotosintetici delle piante e renderli dunque sufficientemente alimentati dal punto di vista energetico. È nota la capacità della vite di adattarsi a ridotte condizioni di luce, gli studi di ecofisiologia hanno evidenziato che foglie sviluppatesi in ambienti sciafili aumentano l'efficienza dei fotosistemi nella

produzione e traslocazione delle sostanze zuccherine, abbassando i limiti di saturazione in PAR dei sistemi stessi. Si passa da circa $1000 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ in foglie sviluppatesi alla luce a circa $500 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ in foglie sviluppatesi all'ombra. Tale osservazione porta a considerare, in una corretta valutazione di mancati guadagni-produttività, la possibilità cioè di ridurre la copertura in pannelli per garantire sufficienti apporti energetici alle piante sfruttando anche la capacità dei sistemi fotosintetici di lavorare non in condizioni di luce continua ma con “sunflex”. Alle condizioni sciafile, sono inoltre da aggiungere le elevate dotazioni termiche indotte dalla copertura. Il numero di ore con temperature oltre la soglia di 30°C è aumentato notevolmente. Ciò può senz'altro essere visto come aspetto positivo soprattutto nei mesi primaverili, ma diventa ulteriore fattore di stress ambientale nei mesi di giugno e luglio caratterizzati da un elevato numero di ore con soglie termiche superiori a 30°C . Alle condizioni ambientali limitanti è possibile sopperire con idonea scelta della cultivar da porre in produzione. In base alle osservazioni eco-fisiologiche, vegetative e produttive fatte, ed in base alle caratteristiche organolettiche dell'uva ottenuta, certamente la cultivar Vittoria ha mostrato maggiore plasticità di adattamento. Tale capacità risiede probabilmente anche nella precocità della cultivar e dalla presenza dei semi, oltre che dalla capacità di indirizzare i metaboliti nella costituzione dell'acino piuttosto che nell'accumulo zuccherino. Alla normale risposta fenotipica delle piante in tali condizioni ambientali e vista la ridotta funzionalità dei “suorce” soprattutto in posizione mediana, un intervento culturale di eliminazione totale dei grappoli mediani

potrebbe consentire maggiori condizioni di equilibrio e traslocazione in “sink” grappoli delle porzioni apicali e basali aumentandone l’attitudine alla commerciabilità. Resta comunque da valutare l’attitudine di altre cultivar a produrre uve commerciabili in tali ambienti di coltivazione, tenendo presente, la possibilità di intervenire sulle coperture fotovoltaiche rendendole meno fitte e di ricorrere a specifici interventi di tecnica colturale. Resta comunque valido l’utilizzo agronomico delle superfici sotto fotovoltaico che altrimenti andrebbero ad incrementare la quota di superfici desertificate. Tale principio risulta ancor più valido se la coltura viene vista come contributore al blocco della CO₂ atmosferica e al mantenimento del suolo.

ALLEGATO 1)

INSERTI FOTOGRAFICI



foto 1 – campo Porto Empedocle (AG): prima della realizzazione dell'impianto fotovoltaico



foto 2 – campo Porto Empedocle (AG): dopo la realizzazione dell'impianto fotovoltaico



foto 3 – campo Porto Empedocle (AG)



foto 4 - CV Regal piante al secondo anno:Favara (AG)



foto 5 – CV Vittoria piante al secondo anno: Favara (AG)



foto 6 - CV Vittoria piante al terzo ann: di Favara (AG)

RIFERIMENTI BIGLIOGRAFICI

- Antonacci D., Perniola R., (2005), *L'uva da tavola in Italia. Frutticoltura*, n°1: 16-21;
- Antonacci D., Ramos M.J.C., Dalla Pozza J. E., (2000), *Influenza della disponibilità termica sulle manifestazioni fenologiche della vite in zone di produzione dell'uva da tavola situate nei due emisferi. Confronto con la viticoltura da tavola dell'Argentina*, IV International Symposium on table grape, La Serena, Chile, November 28-December 1;
- Batistella M., Càceres E., Miranda O., Parera C., Pugliese F. (2000), *Uva de mesa: una alternativa para la diversificación*, Inta San Juan Vid Idiaxxi: 61-65;
- Champagnol F., (1984), *Elementi della fisiologia della vite e della viticoltura generale*;
- Colapietra M., (2006), *Uva da tavola le difficoltà di oggi e i presupposti di rilancio*, Rivista di frutticoltura n°2: 9;
- Colapietra M., Ranaldi G., Amico G., Tagliente G., (1997), *Diverse coperture sulle cultivar Vittoria, Matilde, Sugraone*, Informatore Agrario Suppl. al n°50: 19-24;

- Colapietra M., Tarricone L., Tagliente G., (1995), *Determinazione delle caratteristiche morfoprodottrive dei vitigni di uva da tavola*, Informatore Agrario Suppl. al n°49: 5-34;
- De Palma L., Novello V., Tarricone L., Lo Priore G., Tarantino A., (2005), *Semiforzatura precoce e tardiva del vigneto a uva da tavola*, Speciale viticoltura da tavola ed. www.phytomagazine.com, anno IV, Luglio, n°13: 75-82;
- De Pascale S., Maggio A., Barbieri G., (2006), *La sostenibilità delle colture protette in ambiente mediterraneo: limiti e prospettive*. Italus Hortus 13 (1). Review n°3: 33-48;
- Di Lorenzo R., Barbagallo M.G., Mafrica R., Palermo G., Di Mauro B., (2001), *Bio-agronomic and phisiological aspects of the training of “soilless” table grapes in Sicily*, Atti XII Gesco;
- Di Lorenzo R., (2003), *The world table grape production*, Atti del Gesco, Uruguay:219-228;
- Di Lorenzo R., Gambino C., (2004), *Il potenziale siciliano: da sviluppare puntando di più su aspetti salutistici e distribuzione*, Speciale uva da tavola Terra e Vita, n°29: 13-25;
- Di Lorenzo R., Gambino C., De Pasquale F., (2006), *La doppia produzione dell’uva da tavola cultivar Matilde in*

ambiente mediterraneo: primi risultati, Speciale uva da tavola, Frutticoltura, n°2: 24-28;

- Di Lorenzo R., Gambino C., Di Mauro B., (2005), *Il fuori suolo nella viticoltura da tavola: risultati del biennio 2004-2005 relativi alla fenologia ed al comportamento vegeto-produttivo di cultivar con semi*, Atti del Convegno nazionale “Strategie per il miglioramento dell’orticoltura protetta in Sicilia”, Ragusa;
- During H., (1988), *CO₂ assimilation and photorespiration of grapevine leaves: responses to light and drought*; Vitis, 27, 4: 199-208;
- Ferrini F., Mattii G. B., Nicese F. P., (1995), *Effect of temperature on key responses of grapevine leaf*, Am. J. Enol Vitic, 46, 3: 375-379;
- Fregoni M., (1985), *Viticultura generale*, R.E.D.A.;
- Giuffrida S., (1999), *Valutazione dei parametri eco-fisiologici e del comportamento vegeto-produttivo dell’uva da tavola in ambiente protetto*, Dissertazione finale, Dottorato di Ricerca in “Ecofisiologia delle specie legnose”, XI Ciclo;
- Huglin P., (1986), *Biologie et ecologie della vigne*, Editions Payot Lausanne, Paris;
- Kimura N., Kawabuchi A., (1982), *A simple method of covering with plastic film for the protected of Kyoho grapes*,

Research Bulletin of the Aichi Ken Agricultural Research Center, n°14: 218-224;

- Kliewer W. M., (1977), *Effectis of high temperature during the blomm-set period on fruit set, ovule fertility, and berry growth of several grape cultivar*, Amer. J. Enol. Viticult., 28, 4: 215-222;
- Kliewer W. M., Soleimani A., (1972), *Effect of killing on budbreack in Thompson seedlees and carignane grapevines*, Amer J. Enol. Viticult., 23: 31-34;
- Lavee S., Shulman Y., Nir G., (1984), *The effect of cynamide on budbreack of grapevines Vitis vinifera L.*, in: R.J. Weaver (Ed.) *Proceedings of bud dormancy in grapevine: potenziale and pratical uses of Hydrogen Cianamide on grapevine*, Univ. Of California, Davis: 17-29;
- Liuni C. S., Coletta A., (1991), *Tecniche colturali e pratiche di forzatura nelle uve da tavola*, Simposio internazionale sulle uve da mensa, Bari-Palermo, 26-31 agosto: 222-230;
- Mafrica R. (1999), *Aspetti bioagronomici e fisiologici delle coltivazione dell'uva da tavola in fuori suolo*, Dissertazione finale del Dottorato di Ricerca in "Ecofisiologia delle specie legnose", XI Ciclo – Università degli Studi di Reggio Calabria;

- Manzo P., De Salvador F., Ruggeri L. M., Somma S., (1991), *L'uva da tavola "Matilde" in coltura protetta*, Simposio internazionale dell'uva da tavola;
- Miranda O., Parera C., (1999), *Uva de mesa: description de la estructura productiva de paises competidores de Argentina*, Instituto Nacional de la Tecnologia Agropecuaria Macroregion Gran Cuyo Estacion Experimental San Juan, Agosto;
- Novello V., De Palma L., Tarricone L., (1999), *Changes in solar radiation and air CO₂ concentration: effectis on ecophysiological activity, vine growth and production in tablegrape grown under protected cultivation*, Atti 11 Giornate Gesco, Sicilia, 6-12 giugno, Vol. 2: 711-717;
- Regione Siciliana, Assessorato dell'Energia e dei servizi di pubblica utilità, Servizio 2 "Osservatorio regionale, ufficio statistico dell'energia", *Rapporto Energia 2011 e 2012*;
- Regione Siciliana, Assessorato regionale dell'Agricoltura e Foreste – Dipartimento Strutturale (2010-2013), *Report Misura 311, 311/B ordinaria e de minimis*;
- Regione Siciliana, Assessorato regionale dell'Agricoltura e Foreste, Dipartimento Strutturale, Servizio SIAS, *Report dati agrometeorologici 2012, 2013, 2014*;

- Ruhl E.H., Alleweldt G., (1986), *Influence of soil water content on photosynthesis and transpiration of grapevines*, in: The regulation of photosynthesis in the fruit trees, Lasko and Lentz (Eds.) Symp. Proc. Publ., Ny State Exp. Sta., Ginevra, Ny.; 66-68;
- Smart R. E., Barrs H. D., (1973), *The effect of environmental and irrigation interval on leaf water potential of four horticultural species*, Agric. Meteorol., 12: 337-346;
- Tomasi D., Pitacco., Gardiman M., Pascarella M., Conti T., (2002) *Fabbisogno termico e antagonismi tra gemme nel germogliamento della vite*, Atti del convegno nazionale Phenagri, Fenologia per l'agricoltura, Mipasa Roma 5 e 6 dicembre: 31-39;
- Uzun H. I., (1993), Effect of plastic covering on early ripening of some table grapes, International Horticultural Congress 23th, Florence: Italy, 27 aug., 1 sept. 1990;
- Vidaut J., Landry P., (1994), Uva da tavola: verso nuovi concetti di produzione, Frutticoltura, 10: 39- 42;
- Williams L. E., (1996), *Grape*, in: Photoassimilate distribution in plants and crops. Source-sink relationship, Eds. E. Zamsky, A. A. Schaffer, M. Dekker, Inc. Ny, USA: 851-881;
- Williams L. E., (1997), *Irrigation of table grape vineyards in the San Joaquin Valley*, in: Table Grape seminar, Dinuba Feb. 5th.

